

1. INTRODUZIONE	2
1.1 I concetti ispiratori dell'agricoltura biologica.....	2
1.1.1 Biodiversità	2
1.1.2 Diversificazione e Integrazione	2
1.1.3 Sostenibilità	3
1.1.4 Nutrizione naturale delle piante	3
1.1.5 Controllo naturale delle avversità.....	4
1.1.6 Integrità	4
1.2 L'AGRICOLTURA BIOLOGICA IN ITALIA	8
1.3 IL REGOLAMENTO COMUNITARIO	9
1.3.1 ALLEGATI DEL REGOLAMENTO.....	10
1.3.2 MODIFICHE APPORTATE AL REGOLAMENTO NEL CORSO DEGLI ANNI.....	12
1.4 LA SITUAZIONE ATTUALE IN ITALIA.....	13
1.5 QUALITA' DELLE PRODUZIONI E AGRICOLTURA BIOLOGICA.....	17
PARTE SPERIMENTALE	21
LA PATATA	21
SCOPO DELLA RICERCA	26
2. MATERIALI E METODI.....	27
2.1 Rilievi e determinazioni	30
2.2 Metodi.....	31
2.2.1 Determinazione della sostanza secca (in percento del peso fresco)%	31
2.2.2 Determinazione degli zuccheri riduttori con il metodo di Fehling	31
2.2.3 Determinazione del contenuto di amido	32
2.2.4 Determinazione dell'Azoto.....	32
2.2.5 Determinazione di nitrati, fosforo e potassio	33
2.2.6 Determinazione Incidenza della Buccia	35
2.2.7 Analisi colorimetrica	35
2.2.8 Consistenza del prodotto	35
2.2.9 pH, Solidi Solubili totali (TSS) e conducibilità elettrica e viscosità della "polpa"	35
2.2.10 Determinazione dell'attività antiossidante idrofila mediante metodo DMPD	36
2.2.11 Determinazione dei polifenoli mediante metodo Folin	38
3. RISULTATI E DISCUSSIONE.....	40
ANNO 2003.....	40
3.1 Produzione	41
3.2 Qualità dei tuberi.....	47
ANNO 2004.....	53
4.1 Qualità dei tuberi.....	55
4.2 Composti antiossidanti.....	61
4.2.1 Polifenoli	63
4. CONCLUSIONI	66
8. BIBLIOGRAFIA	68

1. INTRODUZIONE

1.1 I concetti ispiratori dell'agricoltura biologica

Diverse sono state le definizioni miranti ad identificare questo tipo di agricoltura ma quella che sembra la più appropriata per illustrarne al meglio sia la pratica che la filosofia di base è quella data dal National Organic Standard Board (NOSB, 1995) nel 1995. Secondo questa definizione l'agricoltura biologica è caratterizzata da *“un sistema di gestione della produzione ecologico che promuove e sviluppa la biodiversità, i cicli biologici e l'attività biologica del suolo. Fa ricorso ad un utilizzo minimo di prodotti derivanti da attività extra-aziendali e a pratiche di gestione che ripristinano, mantengono e stimolano l'armonia ecologica”*. Su questa base non sorprende il fatto che l'agricoltura biologica ricada all'interno del grande ombrello dell'agricoltura sostenibile e che permetta quindi di conseguire notevoli vantaggi dal punto di vista ambientale, in termini di riduzione dell'erosione e della lisciviazione dei nitrati, e del risparmio energetico (Lockertz *et al.*; 1981, Drinkwater *et al.*, 1998, Xie *et al.*, 2003).

Tutta l'agricoltura biologica si basa su di una serie di principi/attività che devono sempre essere tenuti presenti. Tali principi possono essere identificati in: Biodiversità, Diversificazione e Integrazione, Sostenibilità, Nutrizione naturale delle piante, Controllo naturale delle avversità e Integrità.

1.1.1 Biodiversità

Come regola generale si può affermare che in natura ecosistemi molto vari presentano maggiore stabilità rispetto ad ecosistemi caratterizzati da poche specie. La stessa affermazione può considerarsi valida anche per gli agroecosistemi che risulteranno più stabili ed equilibrati quando saranno presenti molte colture diverse rispetto a quelli caratterizzati da monocoltura. Un agroecosistema equilibrato, come quello caratterizzante le aziende biologiche, ha maggiori possibilità di sostenere organismi utili in grado di favorire, per esempio, l'impollinazione e il controllo dei patogeni (Van Elsen, 2000; Bengtsson *et al.*, 2005). Il concetto di biodiversità va poi molto spesso di pari passo con il concetto di diversificazione produttiva (molteplici prodotti esitati sul mercato) e la sostenibilità economica conseguente.

1.1.2 Diversificazione e Integrazione

Molto difficilmente l'azienda biologica è un'azienda altamente specializzata. La presenza di numerose specie in coltura, dalle orticole alle foraggere, la produzione di cereali e l'allevamento di bovini garantiscono la disponibilità continua di prodotti per il mercato ed il conseguente costante introito per l'agricoltore riducendo anche i rischi di impresa. Altro aspetto positivo della biodiversità è quello di favorire un migliore ciclo dei nutrienti e vitalità del suolo (Carpenter-Bogs *et al.*, 2000). Il ciclo dei nutrienti all'interno

dell'azienda viene ottimizzato e il ricorso a input esterni viene ridotto al minimo.

1.1.3 Sostenibilità

In aggiunta alla maggiore sostenibilità economica legata alla diversificazione produttiva e alla flessibilità aziendale, i produttori biologici beneficiano anche delle sovvenzioni Comunitarie legate alla certificazione biologica. Non sempre tutto questo porta però a profitti maggiori per l'imprenditore biologico rispetto a quello convenzionale, essenzialmente perchè in zone non eccezionalmente vocate, le produzioni unitarie delle aziende biologiche sono basse. Dal punto di vista ambientale, la sostenibilità delle aziende biologiche è particolarmente elevata, come hanno dimostrato diversi indicatori quali il consumo di energia e la protezione dell'ambiente (Pacini *et al.*, 2003; Elmaz *et al.*, 2004). Quest'ultimo parametro è però molto spesso trascurato nella valutazione economica della sostenibilità che normalmente si basa sull'analisi costi-benefici (Flores e Sarandon, 2004).

1.1.4 Nutrizione naturale delle piante

In passato tra la maggior parte degli agricoltori biologici era diffusa l'idea che le piante assorbissero nutrienti sotto forma di molecole organiche (Hainsworth, 1976). La cosa si è rivelata assolutamente priva di fondamento e ha impedito per lungo tempo un dibattito serio sulla nutrizione in agricoltura biologica. Le principali differenze di opinione in tema di nutrizione delle piante tra gli agronomi "convenzionali" e quelli "biologici" non riguarda che cosa la pianta assorbe ma l'ambiente da cui le radici traggono il nutriente. Secondo Kuepper e Gegner (2004) il terreno dovrebbe essere immaginato come uno "stomaco" dove le sostanze vengono digerite prima di essere assorbite dalla pianta; la "filosofia" biologica sostiene che il primo passo per una corretta e naturale nutrizione delle piante debba essere il mantenimento in buone condizioni degli organismi che presiedono al processo "digestivo" nel suolo. Diretta conseguenza di questo modo di pensare è che tale processo viene ottimizzato evitando la distribuzione di sostanze "tossiche" e di tutte quelle pratiche che possono danneggiare i microrganismi del terreno. Secondo questo punto di vista, la gestione della nutrizione delle piante in modo convenzionale presenta alcune problematiche; infatti la distribuzione di massicce quantità di nutrienti in uno o due momenti specifici causa sbilanci nutrizionali che inducono infestazioni di insetti, maggiore suscettibilità delle piante alle malattie e ridotta qualità dei prodotti. Altra conseguenza del massiccio utilizzo dei concimi di sintesi può essere individuato nella ridotta "naturalità" dei terreni che finiranno per dipendere sempre più dagli apporti chimici, divenendo incapaci di fornire alle piante il nutrimento. La concimazione minerale convenzionale, nella maggiore parte dei casi, apporta solo alcuni dei molteplici elementi necessari per il sostentamento delle piante (N, P, K, Mg, Ca), e favorisce l'insorgere di problemi legati alla diffusione

delle malerbe e alla lisciviazione dei composti più solubili (nitrato).

1.1.5 Controllo naturale delle avversità

Il controllo delle avversità rappresenta il problema più spinoso per ogni tipo di attività agricola e nel caso delle pratiche biologiche risulta probabilmente l'aspetto più problematico in quanto ancora molto influenzato da motivazioni non sempre basate su evidenze scientifiche. Ciò appare, per esempio, dalla convinzione dei sostenitori del biologico che gli insetti attacchino essenzialmente piante indebolite dagli sbilanci nutrizionali (Kuepper e Gegner, 2004) e che siano respinti da piante in condizioni nutrizionali ottimali. Queste affermazioni sono basate essenzialmente sul fatto che in natura massicci attacchi di parassiti delle piante non si verificano molto spesso e, quando questo accade, il fenomeno ha breve durata in quanto l'ecosistema tende a ritrovare il suo equilibrio favorendo lo sviluppo di predatori e parassiti naturali degli insetti dannosi. Anche in questo caso viene evidenziata dai sostenitori del biologico come l'uso massiccio e costante di pesticidi renda l'ecosistema incapace di difendersi da solo e di conseguenza sempre più dipendente da ulteriori apporti di prodotti di sintesi.

1.1.6 Integrità

Rappresenta l'ultimo dei pilastri dell'attività biologica e presenta sfaccettature sia pratiche che filosofiche strettamente interconnesse tra loro. In termini generali si può affermare che il produttore deve rendersi garante nei confronti del consumatore finale della qualità dei prodotti conferiti al mercato. Tale garanzia non fa riferimento esclusivamente alle tecniche colturali adottate, ma anche alla messa in atto di tutti quegli accorgimenti necessari a proteggere i prodotti ottenuti da possibili "inquinamenti" derivanti dall'esterno.

A conclusione di questo sintetico *excursus* sui principi ispiratori dell'agricoltura biologica, sembra utile riassumere nelle tabelle 1, 2, 3 e 4 quali sono le tecniche utilizzabili nell'agricoltura convenzionale, integrata e biologica. Al fine di rendere più chiara la comprensione delle tecniche utilizzate/ammesse nei tre tipi di agricoltura ogni tabella farà riferimento all'obiettivo principale per cui le operazioni sono adottate (Pimpini *et al.*, 2005).

Tab. 1 - Comparazione tra le tecniche adottabili dall'agricoltura "convenzionale", "sostenibile" e "biologica" per ridurre l'impatto ambientale.

	CONVENZIONALE	INTEGRATO	BIOLOGICO
CONSERVAZIONE DELLO STRATO ATTIVO DEL TERRENO ATTRAVERSO:			
a) adeguate sistemazioni	SI	SI	SI
b) mantenimento della copertura vegetale	NO	Possibile	SI
c) limitazione della profondità di aratura	NO	SI	SI
FAVORIRE LA DIVERSITÀ E LA COMPLESSITÀ AMBIENTALE CON:			
a) presenza di siepi	NO	Possibile	SI
b) macchie spontanee e alberi sparsi	NO	Possibile	SI
c) specchi d'acqua	NO	Possibile	SI
COLTIVAZIONE IN ZONE VOCATE	NO	Consigliata	Consigliata
LONTANANZA DA FONTI DI INQUINAMENTO	NO	NO	SI

Tab. 2 - Comparazione tra le tecniche adottabili dall'agricoltura "convenzionale", "sostenibile" e "biologica" per aumentare la sostenibilità e ridurre l'impatto ambientale.

	CONVENZIONALE	INTEGRATO	BIOLOGICO
INTRODURRE NELL'AVVICENDAMENTO:			
a) sovescio	NO	Possibile	SI
b) leguminose pratensi poliennali o leguminose pratensi o da granella annuali	NO	Possibile	SI
c) cereale	NO	NO	Consigliata
d) monosuccessione	SI	NO	NO *
CONSOCIAZIONE	NO	NO	Consigliata
SCELTA VARIETALE:			
a) resistenza a fitopatie	NO	Consigliata	Consigliata
b) ecotipi locali o varietà "tipiche"	NO	NO	Consigliata
MATERIALE DI PROPAGAZIONE:			
a) sementi e materiale di propagazione vegetativa, proveniente da coltivazioni non biologiche	SI	SI	SI - fino al 31.12.2003, se non disponibile materiale biologico
b) piantine provenienti da coltivazioni non biologiche	SI	SI	NO
c) OGM	NO	NO	NO
COLTURE FUORI SUOLO	SI	SI	NO (alcuni disciplinari non le vietano)
COLTURE PROTETTE:			
a) riscaldamento	SI	SI	Solo per produzione piantine
b) copertura in PE o EVA	SI	SI	SI
c) copertura in PVC	SI	NO	NO
d) copertura in doppio strato	SI	SI	Solo per produzione piantine
e) riciclaggio materiali plastici	SI/NO	SI	SI
PACCIAMATURA:			
a) residui vegetali	NO	NO	Consigliata
b) materiali naturali biodegradabili	NO	Consigliata	Consigliata
b) PE o EVA	SI	SI	SI
c) PVC	SI	NO	NO
e) riciclaggio materiali plastici	SI/NO	SI	SI

Tab. 3 - Comparazione tra le tecniche adottabili dall'agricoltura "convenzionale", "sostenibile" e "biologica" per la nutrizione delle piante.

	CONVENZIONALE	INTEGRATO	BIOLOGICO
FERTILIZZAZIONE:			
a) coltivazione di leguminose	NO	Possibile	SI
b) sovescio e/o residui colturali	NO	Possibile	SI
c) letame	SI/NO	SI/NO	SI
d) altri ammendanti organici	SI/NO	SI/NO	SI se "biologico" e compostato
e) reflui zootecnici	SI/NO	SI con limitazioni	SI con limitazioni
f) fertilizzanti di origine naturale	NO	NO	SI
g) fertilizzanti chimici	SI	SI con limitazioni	NO
h) concimazione fogliare e fertirrigazione	SI	SI	SI
IRRIGAZIONE:			
a) salinità dell' acqua	SI	SI	SI con limitazioni
b) tubazioni in plastica	SI	Solo riciclabile (NO PVC)	Solo riciclabile (NO PVC)
IMPIEGO DI FITOREGOLATORI	SI	NO	NO

Tab. 4 - Comparazione tra le tecniche adottabili dall'agricoltura "convenzionale", "sostenibile" e "biologica" per la difesa delle colture.

	CONVENZIONALE	INTEGRATO	BIOLOGICO
DIFESA FITOSANITARIA			
a) mezzi agronomici	NO	Consigliata	SI
b) scelta di varietà resistenti o tolleranti	NO	Consigliata	SI
a) disinfezioni e disinfestazioni del terreno	SI	Con metodi fisici	Solo con solarizzazione (in caso di forte infestazione)*
b) antiparassitari di sintesi	SI	SI con limitazioni	NO
c) antiparassitari di origine naturale	NO	SI	SI
CONTROLLO DELLE MALERBE:			
a) falsa semina	NO	Consigliata	SI
b) pacciamatura	SI	SI (NO PVC)	SI (NO PVC)
c) lavorazioni meccaniche	SI	SI	SI
d) pirodiserbo e termodiserbo	NO	NO	SI
e) solarizzazione	NO	SI	SI (alcuni disciplinari)
b) diserbo chimico	SI	NO	NO
DIFESA IN POST-RACCOLTA	SI	NO	NO

* Alcuni disciplinari consentono il riscaldamento del suolo con vapore

1.2 L'AGRICOLTURA BIOLOGICA IN ITALIA

In Italia, come negli altri paesi che si affacciano sul Mediterraneo, l'agricoltura biologica ha una storia giovane; il ritardo con il quale questo metodo produttivo si è affermato nel nostro paese è dovuto oltre che al lento risveglio della coscienza ambientalista in una parte significativa dell'opinione pubblica, allo stato di arretratezza di molte realtà rurali, alla sempre lenta modernizzazione del sistema agricolo, allo sviluppo orografico sfavorevole, all'eccessiva frammentazione della proprietà fondiaria e, talvolta, ad una politica agricola risultata spesso troppo subordinata agli interessi dell'industria.

Le prime esperienze di agricoltura biologica fatte in Italia risalgono agli anni '70 grazie all'impegno di associazioni diverse spesso stimulate da organismi commerciali esteri. Nascono, a cavallo degli anni '80, i primi coordinamenti regionali ed i primi consorzi di produttori biologici, si sviluppano quindi le prime strutture specializzate di commercializzazione. Nel 1985 la commissione nazionale "Cos'è biologico" redige le "Norme italiane d'agricoltura biologica" ispirate alla normativa I.F.O.A.M. e perfezionate successivamente dall'Associazione Italiana Agricoltura Biologica. L'A.I.A.B. nasce infatti nel settembre 1988, interpretando l'esigenza dei produttori di armonizzare le tecniche ed i disciplinari di produzione e trasformazione ed offrendo a consumatori ed istituzioni un organismo unitario, autorevole e rappresentativo del panorama "biologico" nazionale. I primi passi a livello istituzionale vengono curiosamente compiuti in Italia da alcune Regioni prima ancora che dallo Stato. Si verifica in proposito una "fuga in avanti" di Amministrazioni regionali quali Lazio, Veneto e successivamente Marche, Umbria, Friuli Venezia Giulia ed Emilia Romagna le quali, dal 1989, provvedono con proprie leggi a disciplinare il metodo di produzione "biologico" e i relativi marchi dei prodotti; tutto ciò dà luogo, come è facilmente intuibile, ad una situazione di totale confusione soprattutto per l'eterogeneità delle normative regionali emanate. D'altro canto, a livello centrale, lo Stato non dà in questo periodo l'impressione di volersi realmente impegnare nella stesura di un testo che faccia chiarezza in materia. La svolta si ha nel 1991 con l'approvazione del regolamento CEE 2092/91. Dopo l'attuazione di tale regolamento l'allora Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste ha dato attuazione, come previsto dalla normativa comunitaria, agli articoli 8 e 9 della stessa inerenti la definizione dei sistemi di controllo, con il Decreto ministeriale n. 338/92; con questo viene istituita un'apposita Commissione nazionale che ha il compito di riconoscere gli eventuali organismi di controllo privati, tra i quali si contano anche le Associazioni di consumatori.

1.3 IL REGOLAMENTO COMUNITARIO

Il regolamento comunitario (Reg. CEE n. 2092 del 24 Giugno 1991), per "agricoltura biologica" definisce un sistema di gestione dell'azienda agricola, che implica il ricorso a tecniche colturali varie che mirano a tutelare l'ambiente ed a promuovere uno sviluppo agricolo durevole. Questi obiettivi si raggiungono realizzando agroecosistemi polifunzionali (produttivi e protettivi), parsimoniosi nell'utilizzo di energia ausiliaria e soprattutto sani, producendo alimenti ad alto valore nutrizionale ed esenti da contaminazioni. Il Reg. CEE 2092/91 è strutturato in 16 articoli che ne enunciano i principi e in otto allegati che entrano nel merito delle specifiche tecniche di produzione. Nei primi tre articoli, è definito il campo di applicazione del regolamento, che riguarda i prodotti agricoli vegetali non trasformati e i prodotti destinati all'alimentazione umana, questi ultimi, composti essenzialmente da uno o più ingredienti di origine vegetale; viene poi indicato il termine da adottare in etichetta nella lingua del paese di appartenenza.

L'art.4 riporta le definizioni di "etichettatura", "commercializzazione", "operatori", "ingredienti", "prodotti fitosanitari", "detergenti", etc.

L'art.5 definisce, quando è possibile, nell'etichetta o nella pubblicità di un prodotto il riferimento al metodo di produzione biologico. Vengono indicate le percentuali minime di prodotto biologico che devono essere presenti nei trasformati per essere definiti biologici. Viene data la possibilità alle aziende in conversione di etichettare il proprio prodotto come "prodotto in conversione all'agricoltura biologica".

Gli artt.6 e 7 definiscono le norme di produzione facendo riferimento ai prodotti consentiti negli allegati I e II del Regolamento.

Gli artt.8 e 9 impostano il sistema di controllo. Vengono stabiliti gli obblighi per gli operatori, organismi di controllo e stati membri. Definendo le sanzioni in caso d'inadempienza degli operatori. Gli Stati membri sono incaricati di instaurare il sistema di controllo che può essere gestito da autorità di controllo designate e/o da enti privati riconosciuti.

L'art.10 stabilisce le regole da rispettare affinché il prodotto si possa fregiare dell'indicazione di conformità al regime di controllo. Vengono indicate, questa volta, le sanzioni in caso di infrazione accertate da parte dell'organismo di controllo.

L'art. 11 si occupa dei prodotti importati da Paesi terzi indicando i criteri che ne accerteranno la conformità. E' questa la parte che ha subito il maggior numero di modifiche, sia per permettere uniformità di controllo sia per consentire l'importazione di prodotti necessari per ottenere trasformati interamente biologici (es. canna da zucchero).

L'art.12 conferma il principio, già presente nel Trattato dell'Unione Europea, della libera circolazione delle merci nella Comunità.

L'artt.13 e 14 definiscono le norme di applicazione del regolamento e indicano le modalità che i singoli Paesi devono seguire per eventuali modifiche degli allegati, parti fondamentali del regolamento.

Gli artt.15 e 16 indicano le modalità e i termini entro i quali gli Stati membri comunichino alla Commissione le possibili misure prese nel corso dell'anno e in particolare l'elenco degli operatori, degli organismi di controllo riconosciuti, e i termini per l'entrata in vigore del regolamento.

1.3.1 ALLEGATI DEL REGOLAMENTO

Le regole di base del metodo di produzione biologico applicabile ai prodotti vegetali sono descritte dettagliatamente nell'allegato 1 parte A del regolamento CEE2092/91.

Il ripristino e il mantenimento della fertilità e dell'attività biologica del suolo devono essere garantiti mediante la coltivazione di leguminose, o di vegetali aventi un apparato radicale profondo nell'ambito di un adeguato programma di rotazione annuale.

Tale misura può essere completata mediante l'incorporazione nel terreno di deiezioni zootecniche provenienti dalla produzione animale biologica, nei limiti fissati dall'allegato1 parte B (170 kg di azoto per ettaro all'anno) e di materiale organico, compostato o meno, proveniente da aziende che operano nel rispetto delle norme previste dal metodo di produzione biologico.

Qualora i suddetti mezzi non fossero sufficienti ad assicurare un'adeguata nutrizione dei vegetali occorre procedere all'integrazione con altri mezzi. I concimi, organici o minerali, possono essere utilizzati solo quando elencati nell'allegato II parte A del regolamento, in cui sono inclusi essenzialmente concimi minerali naturali poco solubili e non ottenuti mediante sintesi chimica.

Infine per migliorare lo stato generale del suolo o la disponibilità di elementi nutritivi, possono essere utilizzate preparazioni a base di microrganismi non geneticamente modificati, a patto che tale esigenza sia stata riconosciuta allo Stato membro interessato.

La protezione delle piante dai parassiti e dalle fitopatie nonché l'eliminazione delle piante infestanti, devono essere assicurate evitando per quanto possibile l'impiego di prodotti fitosanitari.

La protezione dei vegetali deve essere assicurata, in primo luogo, mediante il seguente complesso di misure: scelta di specie e varietà naturalmente resistenti, programmi di rotazione delle colture, eliminazione delle infestanti mediante bruciatura e protezione dei nemici naturali dei parassiti (mediante la manutenzione di siepi e posti per nidificare).

E' tuttavia previsto che in caso d'immediato pericolo che minacci irreparabilmente le colture, possono essere utilizzati i prodotti fitosanitari di cui all'allegato II parte B del regolamento.

In tale elenco figurano quattro categorie di prodotti autorizzati, di origine animale o vegetale.

Durante il passaggio da un'agricoltura convenzionale, ad una biologica, la durata minima del periodo di conversione è di due anni (prima della semina) per le colture annuali e di tre anni (prima del primo raccolto) per le colture perenni diverse dai prati. Tale periodo può essere prolungato o ridotto, a seconda degli antecedenti colturali.

Infine, l'allegato I del regolamento precisa che la raccolta dei vegetali che crescono spontaneamente nelle zone naturali, nelle foreste e nelle zone agricole è assimilata ad un metodo di produzione biologico, a condizione che le superfici in questione, non siano state trattate negli ultimi tre anni con prodotti vietati dall'agricoltura biologica e che la raccolta non influisca sulla stabilità dell'habitat naturale e sulla sopravvivenza della specie.

L'Allegato III stabilisce i requisiti minimi di controllo e le misure precauzionali nell'ambito del regime di controllo. Definisce che le produzioni biologiche debbano avvenire in unità, i cui appezzamenti siano nettamente separati da quelli delle unità non conformi al Regolamento. In merito il produttore e l'organismo di controllo devono provvedere a stilare una relazione di ispezione, dove viene riportata una descrizione completa delle unità di produzione, indicando appezzamenti, magazzini, ed eventuali luoghi dove si effettua trasformazione e/o condizionamento dei prodotti. Nelle relazioni deve inoltre figurare, la data dell'ultimo trattamento non conforme, con una dichiarazione di impegno da parte del produttore ad eseguire le operazioni in modo conforme agli articoli del regolamento. Ogni anno è redatto un programma di produzione dove allegare le produzioni dell'anno con una descrizione analitica a livello dei singoli appezzamenti. Deve essere tenuta una contabilità che permetta di valutare tutte le merci, sia in entrata che in uscita dall'azienda, ciò per facilitare i controlli da parte delle rispettive autorità.

L'Allegato IV riporta gli elementi che l'operatore biologico deve fornire all'atto della notifica all'autorità competente

L'Allegato V è un elenco, nelle lingue della comunità, delle diciture che indicano la conformità al regime di controllo. descrivendo inoltre il logo comunitario

L'Allegato VI è un elenco degli ingredienti e additivi autorizzati per la preparazione di prodotti alimentari.

L'Allegato VII contiene una tabella di orientamento, relativa al numero di animali per ettaro equivalente alla norma di spargimento di 170 kg di azoto.

L'Allegato VIII, anch'esso legato all'allevamento, dà indicazioni sulle superfici minime coperte e scoperte e le caratteristiche di stabulazione per i differenti tipi e specie in produzione.

1.3.2 MODIFICHE APPORTATE AL REGOLAMENTO NEL CORSO DEGLI ANNI

E' noto che il Regolamento CEE n. 2092/91 garantisce un "metodo di produzione" e non un "prodotto," non facendo riferimento a standard qualitativi particolari; esso si articola nelle norme per le tecniche di produzione, per il condizionamento e la trasformazione, per l'etichettatura, per il sistema di controllo e l'importazione. Il Regolamento ha conosciuto nel tempo numerose modifiche ed integrazioni. Tra queste, le norme introdotte con il Regolamento CEE n. 2381/94, relative alle pratiche di fertilizzazione, hanno indotto accese discussioni in quanto fortemente limitative per tutti i produttori "biologici" ed in particolare per quelli dell'area mediterranea. Esso pone infatti vincoli all'uso di liquame, letame e pollina; questi fertilizzanti potranno essere usati solo se provenienti da allevamenti "estensivi", del tutto carenti in Italia, Spagna e Grecia. Controversa anche l'attuazione del Regolamento CEE n. 1935/95 il quale, in pratica, obbliga i produttori che abbiano aderito al 2092/91 all'uso di sementi, materiali della propagazione agamica e piantine prodotti a loro volta con metodo biologico. Fondamentale al riguardo è stata anche l'approvazione e l'attuazione delle misure d'accompagnamento al Reg. CEE n. 2092/91, definite dal Regolamento CEE n. 2328/91 prima e dal Regolamento CEE n. 2078/92 poi. Queste, infatti, mettono per la prima volta i produttori biologici in condizione di percepire contributi comunitari ad integrazione del loro reddito. Anche il Regolamento CEE 866/90 - mirante a migliorare le condizioni per la trasformazione e la commercializzazione dei prodotti agricoli finanziando investimenti nell'agroalimentare - e la successiva modifica (Reg. CEE n. 3669/93) fanno esplicito riferimento al metodo "biologico" di produzione. Il Regolamento CEE n. 2085/93, inoltre, fra le azioni previste mira anch'esso alla promozione ed alla creazione d'investimenti a favore dei prodotti agricoli "di qualità" tra i quali potrebbero essere senza dubbio inseriti quelli ottenuti con metodi biologici.

1.4 LA SITUAZIONE ATTUALE IN ITALIA

Attualmente l'Italia è il primo paese in Europa nella produzione biologica con più del 25% della SAU dedicata, ed è secondo nel mondo tra quelli che sono contemporaneamente grandi produttori consumatori, dopo gli USA, ma a notevole distanza dai secondi classificati nella graduatoria europea (Germania, Regno Unito, Spagna e Francia), tutte nazioni i cui livelli produttivi sono circa la metà di quello italiano. Questo primato quantitativo ha anche avuto degli effetti importanti sulla trasformazione dell'agricoltura in termini strutturali: la percentuale della produzione biologica sulla SAU nazionale è di oltre il 7% (rispetto ad una media europea del 3%, superata in questo caso solo dall'Austria), un risultato molto superiore a quello degli altri paesi di analoghe dimensioni e che esprime evidenti capacità innovative (Didero 2002).

Il settore dell'agricoltura biologica in Italia è stato caratterizzato da un trend crescente dal 1992 (anno dell'attuazione del reg. 2078/92) fino al 2001, anno in cui si è registrato il massimo valore sia in termini di aziende convertite (56400 unità) che di superficie coltivata (1.237.640 ha tra biologico e conversione).

Dopo gli anni del boom commerciale del settore biologico, che corrispondono ad una crescita parallela dei consumi annui del 30-40%, si assiste ad una contrazione del mercato. Tale fenomeno, peraltro previsto dagli addetti ai lavori, va collocato all'interno di una situazione più generale, nella quale i consumi di generi alimentari sono calati nell'ultimo quinquennio (2000-2004) di oltre il 10% (Castellani 2005).

Dall'elaborazione dei dati forniti dagli organismi di controllo operanti in Italia al 31 dicembre 2002, risulta che gli operatori del settore sono passati dai 60.509 del 2001 agli attuali 55.902. Di questi, i produttori agricoli sono 49.489, i produttori/trasformatori 1.912, i trasformatori 4.346 e gli importatori 155 (tabella 5).

Tabella n. 5 - Numero operatori suddivisi per regione e attività

Regione	N° operatori				
	P	PT	T	I	totale
ABRUZZO	930	67	117	3	1.117
BASILICATA	1.542	24	35	-	1.601
CALABRIA	6.094	112	154	-	6.360
CAMPANIA	1.721	103	198	7	2.029
EMILIA R.	4.228	128	594	38	4.988
FRIULI V.G.	257	35	68	5	365
LAZIO	2.229	168	240	1	2.638
LIGURIA	343	27	75	9	454
LOMBARDIA	955	82	453	32	1.522
MARCHE	1.721	56	138	3	1.918
MOLISE	399	12	36	-	447
PIEMONTE	3.130	106	342	15	3.593
Pr. Aut. TN e BZ	584	30	107	2	723
PUGLIA	5.318	184	379	2	5.883
SARDEGNA	6.475	95	99	-	6.669
SICILIA	9.223	187	424	1	9.835
TOSCANA	1.959	267	364	9	2.599
UMBRIA	1.158	108	98	2	1.366
V. Aosta	15	3	2	-	20
VENETO	1.208	118	423	26	1.775
TOTALI	49.489	1.912	4.346	155	55.902

Rispetto ai dati dell'anno precedente si rileva una riduzione del numero di produttori, mentre aumentano i trasformatori e gli importatori.

La distribuzione degli operatori sul territorio nazionale colloca sempre Sicilia, Sardegna, Calabria e Puglia tra le regioni con maggiore presenza di aziende biologiche. volendo meglio definire il 61% degli operatori si concentra nell'Italia meridionale, il 24% al Nord e il 15% al Centro pertanto nel Sud Italia prevalgono i produttori agricoli (63%) al Nord i trasformatori (82%) e gli importatori (48%) l'area meridionale continua ad essere il bacino di produzione più importante ma privo di un efficiente sistema di commercializzazione e distribuzione.

Per l'anno 2004, la superficie interessata, in conversione o interamente convertita ad agricoltura biologica, risulta pari a 954000 ettari, pari all'8% circa della SAU. Le principali colture riguardano i foraggi, i cereali, i prati e pascoli, che nel loro insieme rappresentano il 70% circa degli investimenti. Seguono in ordine di importanza le coltivazioni arboree (olivo, vite, agrumi, frutta) e le colture orticole ed industriali leguminose da granella, prodotti orticoli, colture industriali (tabella 6).

Tabella n. 6 - Superfici ed orientamenti produttivi 2004 (*)

Orient. produttivo	SAU (ha)			SAU (%)			Variazione % sul 2001		
	in conv	bio	TOT	in conv	bio	TOT	in conv	bio	TOT
Foraggi	50,326	187,105	237,431	20.4	26.4	24.9	-62.1	-29.4	-40.3
Prati e pasc.	72,815	176,282	249,096	29.6	24.9	26.1	-34.3	35.3	3.3
Cereali	45,931	145,380	191,311	18.6	20.5	20.0	-52.8	17.2	-13.6
Colture ind.	3,008	11,521	14,528	1.2	1.6	1.5	-79.4	-21.5	-50.4
Legum. gran.	2,410	7,986	10,396	1.0	1.1	1.1	-37.7	65.0	19.4
Olivo	24,758	64,205	88,963	10.1	9.1	9.3	-46.4	-14.6	-26.7
Vite	10,303	20,867	31,170	4.2	2.9	3.3	-53.9	-4.3	-29.4
Fruttiferi	10,532	28,082	38,614	4.3	4.0	4.0	-45.3	24.4	-7.7
Agrumi	4,798	10,244	15,043	1.9	1.4	1.6	-35.9	-5.3	-17.8
Orticoltura	2,516	11,234	13,750	1.0	1.6	1.4	-44.3	56.9	17.8
Patate	170	1,033	1,203	0.1	0.1	0.1	-43.7	-27.3	-30.2
Fiori e piante	15	209	224	0.0	0.0	0.0	66.7	1206.3	796.0
Altro	18,737	43,894	62,631	7.6	6.2	6.6	-65.5	-6.2	-38.0
Totale	246,319	708,042	954,360	100.0	100.0	100.0	-52.1	-2.3	-23.0

L'orticoltura biologica rappresenta solo l'1,5 % della SAU complessiva coltivata (fig. 1). Sicilia, Puglia, Campania ed Emilia Romagna nel complesso rappresentano il 65% della SAU orticola biologica. Le principali colture orticole distinte per regione con la relativa incidenza sono Pomodoro da industria con circa 545 ha ripartiti tra le regioni.,Campania (126 ha), Lazio (115 ha) ed Emilia Romagna (108 ha), pomodoro da mensa 861 ha con le regioni Puglia (470 ha), ed Emilia Romagna (236 ha), Pisello (1.173 ha) con Lombardia (373 ha), Emilia Romagna (276 ha), Marche (244 ha) e Toscana (161 ha), Patata 682 ha con la Sicilia (422 ha)

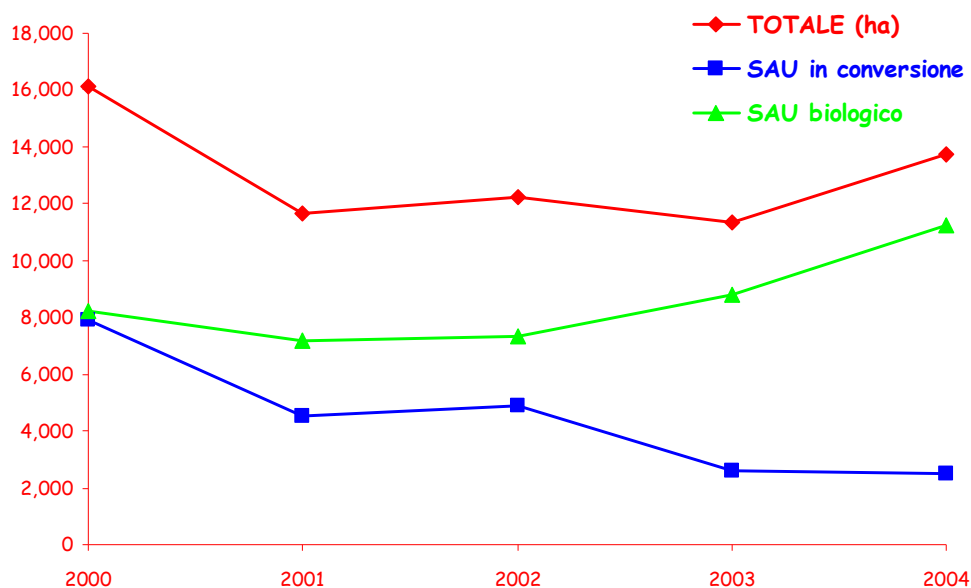


Figura 1: Evoluzione delle superfici a colture ortive biologiche (MiPAF, 2005)

In definitiva quello che sembrava solo un movimento filosofico culturale per pochi eletti si è trasformato in una moda alla portata di tutti, a ciò sembra indubbio che abbia contribuito a una maggiore consapevolezza dei consumatori in materia di ambiente e sicurezza alimentare. Anche se nel 2000 rappresentava solo il 3 % circa dell'intera superficie agricola utilizzata (SAU) dell'UE, l'agricoltura biologica è diventata di fatto uno dei settori agricoli più dinamici dell'Unione europea.

Tuttavia, a questa crescita a dir poco esponenziale, avvenuta nel corso degli anni novanta, si è passati ad una situazione di diminuzione e assestamento del fenomeno registrato proprio negli ultimi 2-3 anni, secondo recenti dati del consorzio per il controllo delle produzioni biologiche, si è valutato nel corso del 2004 una riduzione delle vendite di circa 1,4%.

1.5 QUALITA' DELLE PRODUZIONI E AGRICOLTURA BIOLOGICA

La qualità delle produzioni orticole è senza dubbio il principale obiettivo dell'agricoltura moderna. Tuttavia il concetto di qualità rimane di non facile definizione. In Italia, dal secondo dopoguerra ad oggi, il concetto di qualità degli ortaggi per il consumo fresco ha subito una profonda evoluzione. Dai parametri di qualità strettamente commerciali ed organolettici, il concetto si è allargato fino a raggiungere un ambito ampio ed articolato che spazia dalle caratteristiche igienico-sanitarie a quelle salutistiche e nutrizionali intrinseche, fino ad un concetto "etico" di qualità legato al processo produttivo. Il cambiamento dello stile di vita, dei gusti, l'aumento del reddito, l'innalzamento del livello di istruzione e del tenore di vita hanno determinato il fenomeno, ancora fortemente dinamico e mutevole.

Secondo una definizione internazionale, la qualità è l'insieme degli aspetti e delle caratteristiche di un prodotto o di un servizio che si riveli in grado di soddisfare esigenze dichiarate o implicite (norma UNI EN ISO 8402:1995). Questa è una delle definizioni più accettate, ma ce ne sono molte altre (Eccher Zerbini, 1989; Bianco, 1990; Shewfelt, 1999).

Recentemente c'è poi la tendenza ad allargare il concetto di qualità e di sicurezza alimentare al di là delle semplici caratteristiche intrinseche del prodotto, considerando sempre più la qualità del processo produttivo. Nella scelta del consumatore, ormai, le percezioni gustative e i bisogni nutrizionali si combinano e si confrontano con le sue attese riguardanti il rispetto dell'ambiente, della biosfera e la percezione della lealtà delle garanzie offerte dai produttori (Peri, 2001). Quindi nuovi elementi, che non si riferiscono al prodotto in sé, ma a condizioni di contorno, relative all'ambiente e ai modi di produzione, sembrano influire sempre più sulla percezione della qualità da parte dei consumatori.

In tal senso si assiste in questi ultimi anni ad una forte affermazione del metodo di produzione biologico, in risposta anche ad una notevole espansione della richiesta di prodotti in grado di dare sufficienti garanzie ad un consumatore sempre più attento.

Va rilevato che una delle ragioni per cui i consumatori acquistano ortaggi "biologici" è la percezione che tali prodotti siano più "nutrienti" rispetto a quelli convenzionali.

A tale riguardo esistono in bibliografia solo pochi studi che siano stati condotti in condizioni "ben controllate" e in grado di ottenere quindi una corretta e significativa comparazione tra i due tipi di prodotto. Molto spesso per gli esperimenti miranti a queste comparazioni i ricercatori si sono rivolti per l'approvvigionamento dei prodotti al mercato al dettaglio (Bourn e Prescott, 2002) giustificando tale modalità operativa con la necessità di ottenere una randomizzazione dei campioni che risulti rappresentativa della

generalità dei prodotti stessi. Tale giustificazione potrebbe essere accettabile se non inducesse i ricercatori a trascurare quelle che sono state le diverse modalità operative dei produttori (tecniche colturali, scelte varietali, ecc.) e il fatto che normalmente i prodotti biologici, in genere venduti localmente, giungono al mercato molto prima di quelli convenzionali che una volta raccolti devono essere spediti anche molto lontano (Harker, 2004).

Ricerche bibliografiche condotte da Woese *et al.* (1997) e da Bourn e Prescott (2002) hanno evidenziato che la comparazione tra ortaggi biologici e convenzionali secondo i 3 aspetti chiave legati al valore nutrizionale, alla qualità sensoriale ed alla salubrità presenta risultati molto variegati e talvolta confusi. Anche questi Autori hanno evidenziato la presenza di pochi studi ben strutturati e chiari. Per molti degli altri aspetti presi in considerazione dai diversi Autori, le differenze tra prodotti biologici e convenzionali non sono sempre attribuibili esclusivamente alla tecnica di coltivazione. Nessuna chiara evidenza è apparsa nei confronti della supposta maggiore suscettibilità dei prodotti biologici alla contaminazione microbiologica, così come dimostrato anche dagli studi di Sagoo *et al.* (2001).

I principali aspetti che sono normalmente presi in considerazione negli studi dell'effetto delle tecniche colturali sulla qualità dei prodotti orticoli sono essenzialmente il contenuto di azoto e di nitrati, il contenuto di vitamine, minerali ed altri composti bioattivi non-nutritivi, gli aspetti sensoriali.

Per quanto riguarda il contenuto di azoto e gli effetti della fertilizzazione sulla produzione di proteine e sulla loro qualità i risultati appaiono ancora oggi contraddittori. Se molti autori concordano sul fatto che elevati apporti azotati aumentano la concentrazione di proteine nella pianta, diverse sono le opinioni sull'azione della concimazione sul valore nutrizionale delle proteine prodotte. Benché le proteine sintetizzate da una pianta siano determinate dal suo patrimonio genetico, i rapporti in cui le diverse proteine sono sintetizzate vengono fortemente influenzati dalla quantità di fertilizzante azotato distribuito (Schuphan, 1961). In situazioni caratterizzate da apporti elevati, le proteine accumulate hanno un minor contenuto di aminoacidi essenziali. Per esempio, la lisina e la metionina rispettivamente aminoacidi essenziali maggiormente presenti in frumento e spinacio, diminuiscono proporzionalmente a livelli crescenti di azoto (Schuphan, 1961). Eppendorfer *et al.* (1979) hanno attribuito il duplice effetto di aumento del contenuto azotato e della diminuzione del valore nutrizionale della proteina grezza, all'effetto dei fertilizzanti sulla concentrazione degli amminoacidi liberi e delle ammidi. Essi hanno dimostrato inoltre che crescenti apporti di N (organico o minerale) sulla patata hanno provocato l'aumento della concentrazione dell'azoto ma anche la concomitante diminuzione della qualità delle proteine. A simili risultati sono giunti anche Syltie *et al.* (1982) su frumento.

Al contrario, Millard (1986) ha trovato che applicazioni crescenti di azoto comprese tra 0 e 250 kg ha⁻¹ non solo hanno aumentato la concentrazione di nitrati, ma hanno aumentato anche il contenuto di amminoacidi essenziali. Uno studio triennale svedese (Pettersson, 1977) ha evidenziato concentrazioni di proteina grezza significativamente più elevate in patata, frumento e orzo convenzionale, corrispondenti però a minori quantità di amminoacidi essenziali, solo in patata e in frumento. Sulla media di tutte le coltivazioni fatte in un periodo di 12 anni, Schuphan (1974) ha riscontrato però contenuti di proteina superiori del 18% e una media del 23% in più di metionina in patata e spinacio biologici. Apporti di pollina su spinacio e bietola rossa hanno generalmente dato livelli inferiori di N-totale nella sostanza secca rispetto ai quattro fertilizzanti minerali utilizzati (Goh e Vityakon, 1986), a causa della minore disponibilità dell'azoto apportato con il concime organico. Lairon *et al.* (1986) non hanno invece riscontrato differenze nella concentrazione di proteine o amminoacidi essenziali in lattuga coltivata utilizzando i due diversi metodi. Un recente studio condotto da Magkos *et al.* (2003) ha evidenziato ancora una volta che cereali e ortaggi coltivati con tecniche biologiche presentano minore contenuto di proteina grezza ma ad elevato valore nutrizionale.

Il contenuto di nitrati nei vegetali è determinato da diversi fattori quali specie, varietà, luminosità, temperatura, tipo di terreno e apporti di N. In particolare la disponibilità di azoto durante la crescita della coltura è considerata la principale fonte di variabilità della concentrazione di nitrati, in relazione alla quantità e al periodo di applicazione. Nei fertilizzanti organici, la frazione di azoto organico è insolubile e deve quindi essere mineralizzata prima di poter essere assorbita contrariamente a quanto avviene con l'azoto minerale più prontamente assimilabile. Appare ovvio quindi che l'adozione di tecniche biologiche tende a ridurre il contenuto di nitrati nelle piante come conseguenza diretta della graduale disponibilità dell'azoto lungo il ciclo colturale.

Risultati concordi in tal senso sono stati evidenziati su spinacio, lattuga, sedano, bietola, cavolo, porro e patata (Barker, 1975; Nilsson, 1979; Harwood, 1982; Vogtmann e Biedermann, 1985; Goh e Vityakon, 1986; Fischer e Richter, 1986). Il contenuto di nitrato nei prodotti biologici si è sempre mantenuto a livelli inferiori rispetto a quelli riscontrati nei prodotti convenzionali, anche se tali differenze sono variate molto in funzione dei fertilizzanti utilizzati (letame, pollina, sangue di bue, ecc.) e del periodo di coltivazione. In esperimenti di coltivazione in contenitore di porro, carota, rapa e cavolo verde, apporti di compost (molto studiato per l'applicazione in agricoltura biologica) hanno dato basso contenuto di nitrati rispetto ad equivalenti applicazioni di N, P e K sotto forma minerale (Lairon *et al.*, 1986). In contrasto con quanto affermato precedentemente sono apparsi i

risultati ottenuti da Stopes *et al.* (1988) che non hanno riscontrato differenti concentrazioni di nitrati in ortaggi prelevati dalla catena di distribuzione biologica e da quella convenzionale durante due cicli invernali in Inghilterra.

Più interessante, anche se non sempre chiaro, appare l'aspetto legato al contenuto di minerali, vitamine e prodotti del metabolismo secondario. Molti studi hanno messo in evidenza come l'impiego di fertilizzanti, sia organici che minerali, non modifichi in maniera determinante la composizione delle piante e in particolare modo, il contenuto di vitamine; la loro sintesi è influenzata maggiormente dal patrimonio genetico, dallo stato di maturazione alla raccolta e dalle condizioni climatiche (Stare *et al.*, 1972; Leverton, 1973; A.D.A., 1974; Anon, 1974; Jukes, 1977; Linder, 1985). In numero limitato e piuttosto datati appaiono comunque gli studi a questo proposito.

Alcuni prodotti del metabolismo secondario delle piante, quali i composti fenolici, suscitano sempre maggiore interesse in quanto giocano un ruolo molto importante nella salute umana ed agiscono come composti antitumorali come riportato da Block *et al.* (1992), Steinmetz e Potter (1991) e da Hertog *et al.* (1993a e 1993b). Esistono comunque pochi studi relativi all'effetto della tecnica colturale sulla produzione di metaboliti secondari (Brandt e Molgaard, 2001). Anche se nessuna sostanziale differenza viene trovata tra alimenti biologici e convenzionali, Brandt e Molgaard affermano che i primi tendono a produrre un maggiore numero di tali composti che sono in grado di esplicare effetti benefici sulla salute dei consumatori. Studi condotti da Asami *et al.* (2003) hanno nettamente evidenziato la migliore qualità di fragole e mais dolce coltivati con tecniche "biologiche" e "sostenibili" rispetto a quelle ottenute in "convenzionale". Tale superiorità si è manifestata con un contenuto più elevato di acido ascorbico e fenoli totali. Risultati contrastanti sono stati riportati da Hakkinen e Torronen (2000).

In uno studio mirante a comparare l'effetto delle tecniche di coltivazione sul contenuto dei principali flavonoidi (composti ad azione antiossidante) negli alimenti e sulla loro biodisponibilità, è apparso che il consumo di ortaggi biologici tende a stimolare l'attività antiossidativa plasmatica e ad incrementare l'ossidazione proteica nell'organismo umano (Grinder-Pedersen *et al.*, 2003), mentre Ren *et al.* (2001) hanno evidenziato che l'attività antimutagena del succo di cavolo cinese, carota, cipolla e spinacio prodotti con metodo biologico, è risulta di molto superiore a quella rilevata nel succo degli stessi ortaggi allevati convenzionalmente.

Da quanto su esposto, si comprende l'esigenza di un attento monitoraggio sulla qualità dei prodotti ottenuti da agricoltura biologica con particolare riguardo alle caratteristiche nutrizionali degli alimenti di largo consumo. A tal fine sono stati approntati due esperimenti su una coltura ortiva di tipo industriale per la cui coltivazione la regione Campania risulta particolarmente vocata: la patata.

Parte Sperimentale

LA PATATA

Pochi alimenti hanno una storia così importante come la patata. Tubero appartenente alla famiglia delle Solanacee, fu importata in Europa dagli Spagnoli che l'avevano conosciuta durante la conquista del Perù, attorno al 1580. Per molti anni fu considerata solamente una curiosità botanica poi, più tardi, dalla Spagna si diffuse in Italia in Germania e con grande difficoltà, poco prima della Rivoluzione, in Francia. Divenuta il principale cibo delle popolazioni agricole nel nord Europa, la pianta della patata può essere considerata la più importante causa di emigrazione verso l'America. Una malattia del tubero, che determinò la famosa carestia della metà del XIX sec. costrinse infatti, centinaia di migliaia di contadini irlandesi, tedeschi, inglesi ed olandesi ad abbandonare le loro case per cercare condizioni di vita migliori nel nuovo mondo. Oggi, il Paese europeo che detiene il primato del consumo è il Belgio, più di 200 kg annui pro capite, ma in tutte le nazioni del nord l'uso della Patata è molto alto, così come è intensiva la sua coltura. In Italia la regione che ha la maggiore coltivazione è la Campania, e ne sono state selezionate circa 200 varietà diverse.

Le differenze climatiche e d'altitudine che caratterizzano gli ambienti della regione Campania permettono la coltivazione della patata in tre distinti cicli di coltivazione, in modo da rendere l'offerta del prodotto fresco quasi continua per buona parte dell'anno. Possiamo distinguere un:

- ciclo vernino-primaverile, con “semine” che vanno da gennaio a inizi di marzo e raccolte a partire da gli inizi di maggio, fino a metà giugno: in questo ciclo extrastagionale (precoce) si ottiene la patata cosiddetta “ primaticcia”, che rappresenta la principale produzione di patata “novella” regionale.
- ciclo primaverile-estivo, con “semine” che iniziano dalla fine di marzo e si protraggono fino agli inizi di maggio e raccolte comprese tra la fine di giugno e gli inizi di settembre: in questo ciclo colturale (detto “normale”) si ottiene la patata “comune”, che rappresenta oltre il 60% della produzione regionale
- ciclo estivo-autunnale, con “semine” effettuate a partire dalla fine di luglio e raccolte eseguite tra fine novembre e tutto dicembre: in questo particolare ciclo di coltivazione (di “secondo raccolto”) si ottiene la patata cosiddetta “bisestile”, che rappresenta una piccola fetta della produzione “novella” regionale, suscettibile, in futuro, di maggiore diffusione.

Molteplici e disparati sono stati, in precedenza, gli studi fatti sulla patata (*Solanum tuberosum* L.), essendo questa un alimento fondamentale nella dieta quotidiana di ogni individuo in quasi tutto il mondo.

Tra le diverse problematiche, quelle maggiormente esaminate riguardano la concentrazione di minerali, ed in particolare Cadmio (Cd), Zinco (Zn), Piombo (Pb) e Calcio (Ca). La composizione chimica delle patate è influenzata da diversi fattori, quali: l'area di produzione, le varietà utilizzate, il terreno e il clima, le tecniche di coltivazione, l'immagazzinamento e le condizioni di commercializzazione (Burtonet al., 1992; Gravoueville, 1999; Storey & Davies, 1992).

Il tubero contiene il 18% di glucidi sotto forma di amido. Anche se comunemente ritenuto un alimento calorico, 100 g di patate normali danno circa 80 calorie, a fronte delle 260 - 270 calorie fornite da 100g di pane bianco. Consumata lessa, con poco sale, la patata può sostituire egregiamente il pane in coloro che hanno problemi di linea (in una dieta bilanciata), mentre fritta è sconsigliata nelle diete dimagranti in quanto impregnata di grassi.

Nella patata non è presente solo amido, ma anche discreti quantitativi di vitamine e minerali, che vengono degradati dal processo di cottura. Pur considerando questa perdita, la patata resta per le popolazioni del nord, una delle fonti più importanti di vitamina C (variabile fra i 15-25 mg per ogni 100 g), e delle vitamine del complesso B. Notevole è anche la quantità di potassio contenuta pari a circa 600 mg per ogni 100 g. La perdita delle sostanze più solubili (vitamine e sali minerali), causata dal processo di bollitura dei tuberi, può essere ridotta evitando di rimuovere la buccia dai tuberi. La migliore forma di cottura è quella a secco, sotto la cenere o al forno. Nel tubero le sostanze di riserva non sono egualmente distribuite: Sali minerali e vitamine sono infatti accumulate nelle immediate vicinanze della buccia (*Lisinska et al., 1989*): si comprende quindi l'attenzione per il processo di pelatura della patata soprattutto nella utilizzazione del tubero nella preparazione di brodi di verdura e di passati.

La conservazione ha un ruolo fondamentale nella definizione della qualità delle patate: è importante stoccare i tuberi in luoghi freschi, asciutti e poco luminosi, ossia in condizioni che impediscono lo sviluppo dei germogli. Il consumo delle patate germogliate può infatti provocare disturbi (vomito, dispnea, polso frequente e talvolta enterite) dovuti alla presenza di "solanina", un alcaloide, velenoso a concentrazioni superiori a 400 mg per chilo di patate, presente solo in minime tracce nelle patate sane e che aumenta notevolmente durante la germogliazione. Il segno di un eccesso di solanina sta nella colorazione verde che talvolta si nota al di sotto della buccia e dei germogli. E' quindi necessario, in presenza di queste condizioni, sottoporre le patate ad una attenta pulizia ed alla rimozione delle aree verdastre. La cottura in acqua determina la riduzione di circa il 40% della solanina presente, con la frittura, invece, la percentuale che viene persa, sale al 52%.

E' riconosciuto che le tracce di minerali e metalli nei frutti e nei vegetali, sono tracce provenienti dai componenti minerali presenti nel terreno e

dall'ambiente nel quale le piante crescono. Quindi, possono essere utilizzati per distinguere l'origine geografica delle patate (*Anderson et al., 1999*). Secondo uno studio condotto da Casañas et al. (1999) si è visto che i minerali contenuti nelle patate tradizionalmente coltivate nelle isole Canarie erano presenti in maggiore quantità rispetto alle varietà che avevano iniziato ad importare recentemente. Solo il contenuto di Na e Mg era più alto in queste ultime, dove però anche il rapporto Na/K era leggermente maggiore di quello osservato nelle patate locali. Questo punto sembra essere importante, in quanto è stato scientificamente provato che un elevato rapporto di Na/K può essere collegato ad un'incidenza di problemi come l'aumento della pressione vascolare e altri problemi cardiovascolari (*Kummel, 2001*). Importanti differenze sono state osservate tra i contenuti di K, Fe, Cu e Zn, che erano presenti in alte concentrazioni nelle patate locali. Livelli, però, che erano dello stesso "range" di quelli riportati in altri lavori da autori che avevano ricercato gli stessi elementi nelle patate provenienti dai loro paesi di origine, come l'Olanda (*Van Marle et al., 1994*), il Canada e gli USA (*Anderson et al., 1998*) e la Giordania (*Ereifej, 1998; Cabila et al. 1999*) o come i livelli delle tavole internazionali della composizione degli alimenti (*Schetrz & Senser, 2000; US Department of Agricultural Research Service, 1999*). Non sono state trovate differenze significative tra la concentrazione media delle varietà considerate per quanto riguarda il Ca, Mg e il Fe. Comunque, ci sono innumerevoli metalli che permettono una differenziazione tra le varietà. Le concentrazioni medie di K nella "Palmera" e nella "Cara" sono significativamente differenti ma comunque più basse delle concentrazioni ottenute in altre varietà. In contrasto, le varietà "Cara" e "Negra" presentano la più alta concentrazione di Na. In relazione ai metalli alcalino-terrosi le varietà analizzate non presentavano differenze statistiche.

Altro aspetto importante, ma completamente diverso da quello fino ad ora visto, è il problema della polifenol-ossidasi, (*Busch, 1999*). Molta frutta ed ortaggi si imbruniscono se tagliati o danneggiati in superficie, e conseguentemente esposti all'aria. Questo imbrunimento è dovuto all'ossidazione e alla deidrogenazione dei polifenoli che perdono la loro colorazione. La reazione iniziale è catalizzata dalla polifenol-ossidasi, la quale produce chinoni rosso - bruni. Questi sono altamente reattivi, e di conseguenza danno il via ad una serie di reazioni non enzimatiche (*Rouet-Mayer et al., 1990*) le quali rendono insolubili i pigmenti di melanina rosso - bruni (*Whitaker e Lee, 1995*). La polifenol-ossidasi è un importantissimo enzima che caratterizza la chimica degli alimenti e i loro processi, in quanto può essere il responsabile di molte perdite economiche nel campo della frutta fresca, nei vegetali come la patata, nella lattuga e in altri vegetali ricchi di foglie (*Whitaker e Fennema, 1996*). Questo enzima si trova nei plastidi delle cellule della pianta e i substrati fenolici sono immagazzinati nei vacuoli.

Questa separazione fisica previene ogni ossidazione dei fenoli nei tessuti non danneggiati (Zawistowski *et al.*, 1991). Chiaramente, questa separazione viene interrotta appena avviene la rottura delle cellule durante il raccolto e durante i processi di lavorazione e di conseguenza ha inizio l'ossidazione dei fenoli da parte della polifenol-ossidasi (PPO). La funzione della PPO nelle piante non è pienamente conosciuta, ma si è del parere che essa giochi un ruolo chiave nel meccanismo di difesa delle piante contro i problemi causati dall'attacco degli insetti e da microrganismi (Walker, 1995). Quando ci sono infezioni microbiologiche l'integrità della cellula viene persa e, di conseguenza, hanno il via le reazioni enzimatiche, si forma così una vera e propria crosta fatta di melanina, che è una barriera fisica creata per impedire l'accesso ai microbi. I chinoni formati durante la reazione denaturano le proteine dei microrganismi invasori e i complessi polimerifenolici possono essere usati come inibitori della crescita microbica.

Il colore nero si forma tutto intorno alle fette o in un anello dello spessore di 5 mm all'interno della buccia della patata, oppure ancora in una zona semicircolare e ben definita, visibile già sulla buccia. In questi casi i danni sono dovuti ad una brusca manipolazione o a colpi e ammaccature ricevute già durante la raccolta. Alcune fette di patata possono presentare anziché il tipico colore nero, un colore rosa dovuto ai chinoni che sono degli intermedi di reazione nella conversione completa alla melanina. Aspettando un po' di tempo si permette alla reazione di andare a compimento. E' importante notare che ci sono delle variazioni considerabili nei risultati ottenuti con questi test, giustificabili con diverse motivazioni. Questi studi, infatti, hanno dimostrato che in entrambi i casi di imbrunimento la percentuale di sostanza danneggiata varia notevolmente a seconda della varietà di patata considerata, dipendendo dall'età e dalla maturità della patata (Bachem *et al.*, 1994). L'efficienza dei trattamenti per prevenire la formazione di melanina varia nella combinazione della natura e della concentrazione degli inibitori utilizzati, ma anche dalla quantità di ossigeno e di substrato a disposizione, senza dimenticare, infine, il pH e la temperatura (Zawitowski *et al.*, 1991). Queste variabili fanno capire che nessun trattamento è sempre efficace per prevenire l'imbrunimento, anche quando si usano varietà commerciali di patate che "garantiscono" il non imbrunimento.

Altre interessanti ricerche sono state fatte sulla pelatura delle patate (Singh & Shukla, 1994). Una tecnologia adeguata è essenziale per una giusta produzione di prodotti a base di patata. Essa, infatti, riduce notevolmente i costi imputabili agli scarti. La rimozione della buccia è una delle operazioni unitarie più importanti per favorire i processi (qualunque essi siano) sulla patata. Per la produzione di "chips" per esempio, le operazioni più importanti del processo sono proprio il lavaggio e la pelatura. Comunque, i processi industriali della patata usano una soluzione alcalina per la pelatura; che però

non tiene conto dei danni presenti sui tessuti e dell'attività polifenolica degli enzimi (*Huxsoll & Smith, 1975*). Per questo, sono consigliati, nella produzione, nastri abrasivi atti alla pelatura delle patate. Il diametro medio delle patate utilizzate negli esperimenti era di 62 mm con una deviazione standard di ± 4 mm. E' chiaro che l'efficienza di pelatura aumenta all'aumentare del tempo di contatto con i nastri abrasivi i quali devono avere una velocità di circa 30 - 40 rpm. Però, è anche vero che un tempo eccessivo di permanenza all'interno della macchina pelatrice fa aumentare anche il quantitativo di perdite; il quale è stato visto aumentare anche nel caso di un eccessivo caricamento del macchinario. Infatti si è notato che nel caso in cui la macchina pelatrice viene "caricata" con poche patate, queste rimbalzano eccessivamente, tanto che alla fine del processo risultano non pelate alla perfezione, mentre caricando oltremodo la macchina pelatrice le perdite di materia prima si incrementano in quanto oltre alla buccia si asporta anche parte della patata. Alla fine, la combinazione ottimale per ottenere una perfetta pelatura e la minima perdita di materia prima, è risultata essere 30 giri/min con 20 kg per 8 minuti. Con la combinazione di questi parametri l'efficienza di pelatura e lo scarto sono risultati essere, rispettivamente, del 78% e del 6%, mentre il quantitativo di acqua richiesto per lavare le patate pelate è stato calcolato essere circa 25 litri/kg.

Infine, altri esperimenti riguardano il colore per la determinazione degli aspetti qualitativi della patata (*Lovatti e Galegati, 1997*). Tali esperimenti hanno portato a chiarire la situazione riguardo questo parametro che può sembrare secondario ma non lo è affatto, soprattutto se si va a considerare l'incidenza dell'aspetto della patata sull'incremento delle vendite. La determinazione del colore si è dimostrata particolarmente utile per completare la valutazione qualitativa nella sperimentazione delle cultivar di patata in post-raccolta. Il colore nella patata è una componente qualitativa che caratterizza le diverse cultivar per quanto riguarda sia la buccia (da bianco a viola) sia la polpa (da bianco a giallo intenso), costituendo una variabile che può influenzare il consumatore nelle scelte e aiutarlo a identificare la varietà in relazione al suo specifico utilizzo culinario. Le differenze varietali del colore della buccia sono determinate da diversi fattori geneticamente controllati che sono fortemente influenzate dallo stato di maturazione del periderma e dalle condizioni ambientali. Il colore della polpa è una caratteristica standard distintiva per le patate destinate al consumo fresco e alla trasformazione industriale. Per esempio, le patate destinate alla preparazione di purè devono possedere, oltre a un buon grado di farinosità, polpa di colore bianco candido. Per l'industria di trasformazione in patate prefritte surgelate è importante definire, invece, oltre ad altri parametri qualitativi (sostanza secca, zuccheri riduttori, consistenza superficiale dello stick, farinosità ecc.) lo standard di colore richiesto nel prodotto finito: colore

crema (es. “fish and chips” in Inghilterra); giallo chiaro (es. “friterie” in Belgio) o giallo intenso (es. prefitto surgelato in Germania). Il colore diventa poi fattore determinante per rilevare il comportamento di varietà diverse sottoposte a sollecitazioni e trasformazioni di vario tipo. Altro aspetto fondamentale è la scelta di varietà poco suscettibili all'imbrunimento enzimatico, per la resistenza ai danni meccanici dei tuberi durante la raccolta. Tutte queste valutazioni del colore possono essere effettuate oggettivamente attraverso l'utilizzo di strumenti (colorimetri) che sono già stati utilizzati con successo per l'analisi del colore di diversi prodotti ortofrutticoli. I risultati ottenuti hanno dimostrato che la determinazione oggettiva del colore è particolarmente utile per completare la valutazione qualitativa nella sperimentazione delle cultivar di patata in post-raccolta. Le cultivar vengono ben distinte nel colore della buccia e della polpa. E' possibile quindi affiancare all'informazione visiva soggettiva valori che, opportunamente trasformati, possono definire oggettivamente il colore percepito. Interessante è anche la possibilità di definire i parametri del colore di ogni cultivar caratteristici di ogni area di coltivazione o eventualmente stabilire i parametri di ΔE^* (differenze di colore) rispetto allo standard di colore tipico richiesto dalla commercializzazione, oltre il quale il prodotto può essere rifiutato. Dal punto di vista sperimentale è risultato ottimale l'esame del colore dopo 6 giorni di esposizione alla luce continua, mentre la valutazione della sensibilità all'imbrunimento enzimatico si attua velocemente dopo 5 ore dalla triturazione dei tuberi.

SCOPO DELLA RICERCA

Lo scopo del lavoro è stato quello di valutare l'effetto del sistema di produzione (“biologico” e “convenzionale”) al variare di alcuni fattori agronomici: quantitativo di azoto utilizzato, volume d'irrigazione, cultivar ed epoche di impianto sulla resa e su alcune caratteristiche qualitative della patata.

2. MATERIALI E METODI

ANNO 2003

La ricerca, condotta nel 2003 a Bellizzi (SA) presso l'Azienda Sperimentale Torre Lama dell'Università di Napoli Federico II, è stata impostata sul confronto tra:

- 2 protocolli di coltivazione (convenzionale e disciplinare di agricoltura biologica)
- 2 cultivar di patata (Agria di media precocità a pasta di colore giallo e Merit precoce a pasta di colore giallo)
- 3 dosi di azoto (N50=50 kg N ha⁻¹ in pre – impianto; N150=150 kg N ha⁻¹ in pre – impianto; N200=200 kg N ha⁻¹ di cui 150 kg N ha⁻¹ in pre-impianto +50 kg N ha⁻¹ in copertura)
- 3 livelli di stress idrico (restituzione di 0, 50 e 100% dell'evapotraspirato).

La semina dei tuberi è stata eseguita il 3 aprile 2003 su file distanti 0.8 m con una densità di 6 piante m⁻².

Il terreno su cui è stata condotta la sperimentazione, è un terreno tipicamente argilloso: in tabella 7 sono riportate le principali caratteristiche.

Tabella 7: principali caratteristiche del terreno - 2003

Scheletro	($\varnothing > 2$ mm)		Assente
Sabbia	($0.02 < \varnothing < 0.2$ mm)	%	49.6
Limo	($0.002 < \varnothing < 0.02$ mm)	%	24.0
Minerali Argillosi	($\varnothing < 0.002$ mm)	%	31.0
pH			7,3
Sostanza organica	(met. al bicromato)	%	1.35
N totale	(met. Kjeldhal)	%	0.10
P ₂ O ₅	(met. Olsen)	ppm	18
K ₂ O scambiabile	(met. Olson)	ppm	478

La preparazione del terreno prima dell'impianto è stata fatta con una aratura profonda seguita da una fresatura e quindi da una leggera erpicatura onde permettere l'interramento dei concimi, organici consentiti dal regolamento 2092/91 per il biologico e minerali per il convenzionale.

L'irrigazione è stata effettuata con impianto a microportata di erogazione con gocciolatoi autocompensanti (2 l/h) con turno di 5 giorni.

All'impianto è seguita una irrigazione di soccorso localizzata sulla fila onde permettere il germogliamento dei tuberi seme per un volume di 250 m³/ha.

Il calcolo del volume di adacquamento è stato effettuato secondo il seguente criterio:

$$V = \sum_{d=1}^5 E_{ad} k_v k_c - \sum_{d=1}^5 P_{u_d}$$

in cui V=volume di adacquamento in m³/ha

E_{ad} = Evaporato da vasca di classe

k_v = coefficiente di vasca =0.8 (in base alle caratteristiche climatiche dell'Azienda)

k_c = coefficiente colturale, variabile tra 0.4 (stadio iniziale) a 1.05 (completa copertura del suolo da parte della coltura)

P_{u_d} = Pioggia utile giornaliera (> 5mm)

Durante la coltivazione le precipitazioni sono assommate a 57.3 mm, di cui utili (secondo il protocollo sperimentale) 45 mm.

Le irrigazioni sono state otto per un volume totale pari a 2260 m³/ha, restituendo il 100% dell'evapotraspirato, e 1130 m³/ha nella tesi 50% ETe.

Il protocollo biologico ha previsto l'utilizzo di concimi organici sia all'impianto che in copertura e prodotti fitosanitari consentiti dal Regolamento 2092/91. Per il protocollo convenzionale sono utilizzati concimi minerali e prodotti fitosanitari registrati. In pre-impianto sono stati somministrati al terreno 90 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 90 kg K₂O ha⁻¹. Per la concimazione azotata è stato utilizzato nitrato ammonico (N 33%) integrato da un concime ternario N:P₂O₅:K₂O (12:12:12) per il sistema convenzionale. Concimi organici a base di letame umificato, cornunghia e pennone (N 6%) e stallatico puro concentrato (N 3%) sono stati somministrati nelle parcelle sottoposte a metodo biologico. In copertura, a partire dalla rincalzatura, nelle sole tesi a 200 kg N ha⁻¹ sono state effettuate concimazioni in fertirrigazione con composti organici o con concimi minerali idrosolubili in funzione del sistema di allevamento (biologico/convenzionale) per un apporto complessivo di altri 50 kg N ha⁻¹.

Nel corso della coltivazione sono stati eseguiti trattamenti insetticidi ed anticrittogamici, secondo lo schema seguente in cui sono riportati il tipo di prodotto e l'agente patogeno combattuto

Difesa da:	Prodotto Biologico	Prodotto Convenzionale
Batteriosi	Rame da Ossicloruro	Rame da Ossicloruro
Peronospora	Rame da Ossicloruro	Metalaxil + Cimoxan
Afidi	Piretrine – Olio di Neem	Imidacloprid
Lepidotteri	Bacillus T. varietà Kurstaki	Indoxacarb
Aleurodidi	Azadiractina	Thiamethoxam
Totale trattamenti 4		

La raccolta è stata effettuata tra 25 luglio ed il 5 agosto 2003.

ANNO 2004

Sulla base dei risultati del primo anno, la ricerca ha preso in esame l'effetto dell'epoca di impianto sulle stesse cultivar allevate con 150 kg/ha di N ed irrigate con la restituzione del 100% di ETe.

Le lavorazioni del terreno e la concimazione pre-impianto sono state eseguite con le modalità ed i prodotti utilizzati nell'anno precedente. Per la concimazione in copertura si è impiegato rispettivamente:

per il sistema di conduzione Biologico - Sangue secco N al 14%

per il sistema di conduzione Convenzionale Nitrato Ammonico idrosolubile N al 34 %

Per ciò che riguarda la difesa, si sono usati prodotti consentiti dal Reg. CEE 2092/91 per il biologico mentre per il convenzionale si sono impiegati prodotti ammessi e registrati sulla coltura. Il numero, il tipo di prodotto e l'agente patogeno combattuto sono di seguito elencati

Difesa da:	Prodotto Biologico	Prodotto Convenzionale
Batteriosi	Rame da Ossicloruro	Rame da Ossicloruro
Peronospora	Rame da idrossido	Metalaxil + Cimoxan
Afidi	Piretrine – Olio di Neem	Imidacloprid
Lepidotteri	Bacillus T. varietà Kurstaki	Indoxacarb
Aleurodidi	Azadiractina	Thiamethoxam
Totale trattamenti 6		

In questo secondo anno, durante i due cicli colturali i lepidotteri (*Spodoptera littoralis*) sono risultati particolarmente dannosi, soprattutto in seconda epoca.

La sperimentazione è stata ripetuta sulle due varietà V1 = AGRIA e V2 = Merit.

L'impianto è stato realizzato in due epoche:

prima epoca - messa a dimora dei tuberi seme il 08/04/2004

seconda epoca - messa a dimora dei tuberi seme il 19/05/04.

In entrambe le epoche dopo l'impianto è seguita una irrigazione di soccorso localizzata sulla fila onde permettere il germogliamento dei tuberi seme. Successive irrigazioni sono state fatte in funzione delle esigenze della coltura e dell'andamento stagionale, restituendo il 100% dell'evapotraspirato della coltura ogni 5 giorni. Il numero di irrigazioni ed i quantitativi di acqua somministrati per la prima e seconda epoca sono stati:

Epoca	N° irrigazioni	Volumi stagionali m ³ /ha
Prima	2	1068
Seconda	6	2480

Lo schema sperimentale adottato è stato a parcelle suddivise con tre blocchi, assegnando alle parcelle principali il sistema di conduzione (biologico e convenzionale) e alle subparcelle la combinazione “varietà x epoca di impianto”.

La densità di impianto adottata è stata di 6 tuberi/ m² disposti a file singole.

2.1 Rilievi e determinazioni

Alla raccolta sono stati determinati:

- la produzione totale, commerciale e di scarto (tuberi malformati, marci ecc.);
- la distribuzione della produzione in tre classi in base al diametro dei tuberi ($\varnothing > 5,5$ cm; $3,5 < \varnothing < 5,5$ cm; $\varnothing < 3,5$ cm).

E' stato determinato il peso specifico dei tuberi mediante doppia pesata in aria Paria e in acqua Pacqua con bilancia idrostatica su un campione di 5 kg

Peso specifico = $P_{aria} / (P_{aria} - P_{acqua})$.

Parte del materiale è stato immediatamente lavorato, pesato e conservato a – 80 °C per le analisi sul prodotto alla raccolta.

Altro materiale è stato conservato in una cella a 4°C ed a 85% UR presso la Stazione Sperimentale per l'Industria delle Conserve Alimentari (SSICA) di Angri.

Sul prodotto ottenuto sono state eseguite le seguenti analisi:

A) Anno 2003

A₁) Su campioni delle tesi risultate ottimali dal punto di vista agronomico (convenzionale 150 kg/ha N., 100 % ETe) si è provveduto a determinare:

- Frazione edibile (alla raccolta e dopo 10 settimane di conservazione)
- Sostanza secca
- Contenuto di amido
- Contenuto in Zuccheri riduttori
- Azoto proteico

A₂) Su campioni di tuberi di tutti i trattamenti e ripetizioni (campioni alla raccolta crudi e sottoposti a bollitura per 30') si è provveduto ad effettuare le seguenti analisi:

- Colore
- Consistenza del prodotto
- pH (solo sul campione sottoposto a bollitura)
- Solidi solubili totali (TSS) °Brix (solo sul campione sottoposto a bollitura)
- Incidenza della buccia (solo sul campione sottoposto a bollitura)

B) anno 2004

B₁) Su campioni delle due varietà per i due sistemi di coltivazione in prima epoca si è provveduto a determinare:

- Sostanza secca (sul crudo)
- Nitrati, fosforo e potassio (sul crudo)
- Azoto proteico (sul crudo)
- Consistenza del prodotto (sul prodotto crudo e cotto)
- Analisi calorimetrica (sul prodotto crudo e cotto)
- Attività antiossidante idrofila (sul prodotto crudo e cotto)
- Contenuto in polifenoli (sul prodotto crudo e cotto)
- Spessore della buccia (solo sul prodotto cotto)
- Viscosità Bostwick (solo sul prodotto cotto)
- pH (solo sul prodotto cotto)
- Analisi rifrattometrica TSS o °Brix (solo sul prodotto cotto)
- conducibilità elettrica della polpa EC (solo sul prodotto cotto)

2.2 Metodi

2.2.1 Determinazione della sostanza secca (in percento del peso fresco)%

La percentuale di acqua è stata determinata mediante pesate con bilancia analitica SARTORIUS BP 61 sul prodotto fresco. I campioni di sono stati posti in stufa (Continental Equipment), ad una temperatura di 60°C fino a peso costante per la determinazione della sostanza secca.

2.2.2 Determinazione degli zuccheri riduttori con il metodo di Fehling

Procedura

Si pesano 20 g di campione omogeneizzato sulla bilancia , si riprendono con acqua e si portano nel matraccio fino a circa 100 ml. Dopo 2-3 minuti di riposo, si aggiungono 10 ml di soluzione satura di acetato di piombo neutro (soluzione defecante). Si attendono circa 10 minuti e si elimina l'eccesso di piombo aggiungendo 15-16 ml di soluzione satura di ossalato di sodio agitando dopo ogni aggiunta. Si porta a volume, si agita e si filtra. Si

aggiungono in una beuta 5 ml di soluzione di Fehling A (rame solfato II), 5 ml di soluzione di Fehling B (sodio e potassio tartrato + sodio idrossido) e 40 ml di acqua, quindi si riscalda ad incipiente ebollizione. Si riempie la buretta con la soluzione ottenuta dopo defecazione del campione e si titola con la soluzione standard di rame II portata all'ebollizione. Quando la colorazione azzurra del liquido di Fehling si attenua si aggiungono due gocce di indicatore (soluzione di blu di metilene allo 0.1 %) e, sempre con il liquido in ebollizione, si addiziona altra soluzione zuccherina fino alla scomparsa del colore azzurro in un tempo di 3 minuti massimo. La colorazione finale deve essere di un rosso mattone persistente.

La percentuale di zucchero riduttore si esprime:

$$(f*d)/(a-0.1)$$

f = fattore dovuto al potere riducente dello zucchero determinato

glucosio = 4.945

fruttosio = 5.350

invertito = 5.150

d = diluizione della soluzione zuccherina

a = ml di soluzione zuccherina consumati

2.2.3 Determinazione del contenuto di amido

I campioni, costituiti da circa 2 g di materiale fresco, erano omogeneizzati con 10 ml di etanolo assoluto, ai quali si aggiungevano successivamente altri 10 ml di etanolo all'80%. I campioni erano quindi posti a 70°C per 90'. Successivamente, erano centrifugati per 10' a 15000 g.

L'amido veniva determinato nel pellet dei campioni. Il pellet dei campioni era prima lavato in 20 ml di etanolo, quindi si risospendeva in 8 ml di KOH 1 M, si incubava a 90°C per 2h, si neutralizzava con 1,5 ml di acido acetico 1M, e previa idrolisi dell'amido presente con amiloglucosidasi e amilasi, si procedeva al dosaggio del glucosio idrolizzato. Il saggio per il glucosio è stato eseguito sfruttando la fosforilazione del glucosio da parte della Esocinasi e la successiva reazione della Glucosio 6P deidrogenasi NAD⁺ dipendente, leggendo l'aumento di assorbanza a 340 nm dovuto alla riduzione del NAD⁺

2.2.4 Determinazione dell'Azoto

Il campione, ben omogenato, veniva pesato all'interno di appositi provettoni e, in seguito all'aggiunta di 20 mL di acido solforico al 96%, di 10 mL di perossido di idrogeno al 35% e di un catalizzatore a base di solfato di rame pentaidrato, era mineralizzato ad alte temperature per distruggere tutto il materiale organico.

La determinazione dell'azoto totale veniva effettuata mediante metodo Kjeldahl. A mineralizzazione avvenuta, al campione raffreddato erano aggiunti 50 mL di acqua distillata e 50 mL di idrossido di sodio al 40%; si procedeva quindi con la distillazione, recuperando l'ammoniaca formatasi per mineralizzazione della sostanza organica in una beuta contenente 25 mL di acido solforico 0.1 N e un indicatore misto. L'acido in eccesso era titolato con idrossido di sodio 0.1 N.

I risultati sono stati espressi in % di azoto proteico ($=N_{\text{Kjeldahl}} \times 6.25$)

2.2.5 Determinazione di nitrati, fosforo e potassio

Su campioni essiccati le analisi sono state eseguite mediante l'ausilio di uno spettrofotometro HACH Modello DR/2000.

La determinazione di tali nutrienti prevede una prima fase di estrazione del campione, seguita poi dall'applicazione di un metodo specifico per ciascun di essi utilizzando l'estratto acquoso filtrato.

Estrazione del campione

Aggiungere 0,50 g di tessuto vegetale secco ad una cappa miscelatrice da 250 ml;

aggiungere 100 ml di H₂O deionizzata alla cappa miscelatrice e mescolare ad alta velocità per un minuto;

rimuovere la cappa dall'agitatore e versare 50 ml della mistura agitata in un beaker da 100 ml;

aggiungere un cucchiaino da 3,5 cc di Activated Charcoal Powder e mescolare minuziosamente l'estratto ed il carbone;

porre un imbuto di plastica in un cilindro graduato da 50 ml e porre un filtro di carta piegato nell'imbuto;

versare i contenuti del beaker nell'imbuto e aspettare che l'estratto filtrato si raccolga nel cilindro.

L'estratto filtrato è poi usato per il testing dell'azoto-nitrato, del fosforo e del potassio.

Determinazione dei nitrati usando l'Estratto Acquoso

Aggiungere 10 ml di estratto acquoso filtrato ad una cella campione e portare ad volume di 25 ml con H₂O deionizzata;

aggiungere il contenuto di una bustina di NitraVer 5 Nitrate Reagent Powder Pillow alla cella campione,appare immediatamente ed agitare per un minuto esatto;

attendere un periodo di reazione di 5 minuti (se è presente NO₃⁻ -N si svilupperà un colore ambra);

leggere il campione allo spettrofotometro alla lunghezza d'onda di 500 nm;

il bianco viene effettuato portando ad un volume di 25 ml con H₂O deionizzata una seconda cella campione.

Il risultato viene espresso come % di NO_3^- -N a cui bisogna sottrarre il valore del bianco.

Determinazione del fosforo con il Metodo dell'Acido Ascorbico, usando PhosVer 3 Phosphate Reagent

Il metodo PhosVer 3 produce un colore blue con il fosfato ed è libero da comuni interferenze. L'indicatore è combinato con l'acido ascorbico in una formulazione di polvere unica chiamata PhosVer 3 Phosphate Reagent. L'indicatore consiste di molibdato di sodio che forma un complesso con lo ione fosfato. Questo complesso è poi ridotto dall'acido ascorbico per formare una specie blue la cui intensità è proporzionale alla concentrazione di fosfato presente nel campione.

Aggiungere 1.0 ml di estratto filtrato in una cella campione e portare ad volume di 25 ml con H_2O deionizzata;

aggiungere il contenuto di una bustina di PhosVer 3 Phosphate Reagent Powder Pillow alla cella campione e agitare immediatamente per miscelare; attendere un periodo di reazione di 2 minuti (se il fosfato è presente si svilupperà un colore blu);

leggere il campione allo spettrofotometro alla lunghezza d'onda di 890 nm; il bianco viene effettuato portando ad un volume di 25 ml con H_2O deionizzata una seconda cella campione.

Il risultato viene espresso come % di PO_4^{3-} -P ed anche in questo caso si sottrae il valore del bianco alla percentuale ottenuta.

Determinazione del potassio con il metodo del Tetrafenilborato, usando i reagenti Potassium 1, 2 e 3

Aggiungere 0.5 ml di estratto filtrato in una cella campione e portare ad volume di 25 ml con H_2O deionizzata;

aggiungere i contenuti di una bustina di Potassium 1 Powder Pillow e di Potassium 2 Solution Pillow alla cella campione e agitare per dissolvere il tutto;

aggiungere il contenuto di una bustina di Potassium 3 Powder Pillow alla cella campione, tappare e agitare per 30 secondi;

attendere un periodo di reazione di 3 minuti;

leggere il campione allo spettrofotometro alla lunghezza d'onda di 650 nm;

il bianco viene effettuato portando ad un volume di 25 ml con H_2O deionizzata una seconda cella campione.

Il risultato viene espresso come % di K a cui si sottrae il valore del bianco.

Determinazioni sul prodotto sia fresco

2.2.6 Determinazione Incidenza della Buccia

Un campione di patate di diverso calibro rappresentativo per tesi, veniva pesato e poi, previa bollitura per 30' minuti, veniva pelato della buccia e determinata l'incidenza come peso buccia/peso tuberi (in percento).

Nel secondo anno è stato misurato lo spessore della buccia con calibro elettronico con risoluzione 0.01 mm.

2.2.7 Analisi colorimetrica

Sul prodotto sia crudo che sottoposto a bollitura per 30 minuti, la valutazione del colore è stata eseguita mediante un colorimetro MINOLTA CM-2600d che rappresenta il primo spettrofotometro portatile sul quale è possibile una completa gestione degli UV. Lo strumento effettua misurazioni nel range 360-740 nm con passo di 10 nm ed è dotato di due aree di lettura tarate (3 ed 8 mm). I parametri valutati sono i valori L^* , a^* e b^* definiti secondo il sistema CIE (1976)..

2.2.8 Consistenza del prodotto

Per analizzare la consistenza del prodotto, sia crudo che cotto, è stato utilizzato un penetrometro (Fruit firmness tester), dotato di un puntale di 0.51 cm.

2.2.9 pH, Solidi Solubili totali (TSS) e conducibilità elettrica e viscosità della "polpa"

Parte dei campioni cotti veniva diluita in rapporto 1:1 con acqua distillata, quindi sminuzzata mediante frullatore per 3 minuti. La determinazione del pH è stata eseguita sui campioni cotti opportunamente frullati e diluiti con acqua distillata in rapporto 1:1 mediante un pHmetro METTLER TOLEDO mod. MP 220.

I TSS sono stati determinati con rifrattometro (ATAGO Palette, mod. PR-32) per l'analisi. I risultati sono stati riportati come °Brix.

La misura della conducibilità è stata eseguita mediante un CONDUCTIMETER BASIC 30 a temperatura di riferimento di 25 °C.

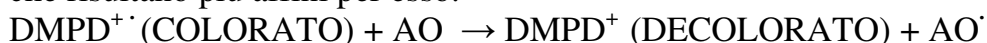
L'analisi della viscosità è stata eseguita per mezzo di un CONSISTOMETER BOSTWICK, uno strumento che determina la consistenza del campione tramite la misura della distanza che un materiale percorre, a causa del proprio peso, durante un dato intervallo di tempo.

2.2.10 Determinazione dell'attività antiossidante idrofila mediante metodo DMPD

Il metodo DMPD (*Fogliano et al., 1999*) si basa sull'utilizzo del cromogeno 4-ammino-N,N-dimetilanilina diidrocloreuro, indicato con la sigla DMPD, composto che non presenta alcun assorbimento spettrofotometrico nel campo del visibile, mentre assume un'intensa colorazione rossa in ambiente acido e in presenza di un opportuno ossidante. Il DMPD forma in tal caso un catione radicalico stabilizzato per risonanza: $\text{DMPD} + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{DMPD}^+$



Il catione radicalico è fortemente colorato e presenta un picco di assorbanza massimo a 505 nm (con ϵ_{max} pari a 8,53 in tampone acetato a pH 5,25); a tale lunghezza d'onda è valutato il decremento dell'assorbanza dovuto al sequestro dell'elettrone singoletto da parte dei composti antiossidanti (AO) che risultano più affini per esso:



Quindi l'equilibrio della reazione catione/catione radicalico si sposta verso la forma cationica decolorata proporzionalmente all'attività antiossidante del campione.

Per questo motivo l'attività antiossidante è espressa come percentuale di decremento dell'assorbanza, detta anche percentuale di inibizione, calcolata secondo l'equazione:

$$\text{Abs} (\%) = (1 - \text{Abs}_c / \text{Abs}_b) * 100$$

dove Abs_c è l'assorbanza del catione radicalico dopo l'aggiunta della soluzione di antiossidanti estratti dal campione, mentre Abs_b è l'assorbanza del cosiddetto "bianco", cioè del catione radicalico dopo l'aggiunta di sola acqua deionizzata, quindi senza l'aggiunta di antiossidanti, in modo da ottenere l'assorbanza della soluzione con il cromogeno non inibito.

Preparazione del campione

1 gr di ciascun campione, congelato e liofilizzato, veniva centrifugato con 5 ml di acqua deionizzata a 4°C a 4000 rpm per 5 minuti, dopodichè si raccoglieva il sovrantante e si sottoponeva il pellet ad una seconda centrifugazione con altri 5 ml di acqua deionizzata.

Sui due estratti acquosi ottenuti (tenuti separati) si effettuava la misura dell'attività antiossidante idrofila.

Preparazione della soluzione contenente la specie radicalica

Per il metodo DMPD occorre preparare una soluzione acquosa con cromogeno 0,1 M, un tampone acetato 0,1 M a pH 5,25 ed una soluzione di cloruro ferrico 0,05 M. Da queste operazioni si otterrà un preparato costituito da 10 ml di tampone, 100 µl della soluzione contenente il DMPD e 20 µl di soluzione di cloruro ferrico, che presenta un'intensa colorazione rosa ed ha un max di assorbimento a 505 nm. Evidentemente con l'aggiunta del cloruro ferrico, cioè di Fe^{3+} , un forte antiossidante, si otterrà il catione radicalico

colorato (DMPD^{+}). Per lo sviluppo omogeneo della colorazione, questo preparato è stato conservato per 10 minuti a 4°C al buio. Nel frattempo si può azzerare lo spettrofotometro leggendo l'assorbanza con una cuvette di plastica contenente la soluzione tampone.

Preparazione della soluzione per il saggio

Trascorsi 10 minuti si è proceduto con il saggio. Sono state preparate in duplicato delle soluzioni contenenti 2 ml del cromogeno, un volume noto della soluzione da testare (20 μl) ed il complemento a 200 μl , a quest'ultima, di acqua deionizzata (volume finale 2,2 ml). La lettura spettrofotometrica è stata effettuata dopo 10 minuti in modo da consentire l'inibizione del catione radicalico.

Retta di taratura

L'attività antiossidante idrofila misurata viene espressa in ***mmol equivalenti di acido ascorbico***. Tale equivalenza è resa possibile dalla conversione dei valori effettuata sulla base della retta di taratura. Sono state preparate una serie di soluzioni a concentrazione nota e variabile di acido ascorbico, che è stato utilizzato come antiossidante idrofilo standard. Partendo da una soluzione di acido ascorbico 0,04% (0,04 gr di acido ascorbico puro in 100 ml di acqua deionizzata) sono stati preparati campioni a concentrazione scalare di antiossidante, cioè di acido ascorbico. Di tali campioni è stata letta l'assorbanza analogamente a come è stato descritto nel paragrafo precedente. Dopo di ciò è stata calcolata la percentuale di inibizione secondo l'equazione già menzionata precedentemente e che di seguito viene riportata:

$$\text{inibizione } \text{Abs}_{505} (\%) = (1 - \text{Abs}_c / \text{Abs}_0) * 100$$

dove Abs_0 è l'assorbanza del bianco e Abs_c è quella del campione costituito da cromogeno e soluzione di acido ascorbico, dopo aver aspettato 10 minuti dall'aggiunta di quest'ultima al cromogeno. Si ottengono così dei valori esprimibili in termini di coordinate di una retta:

X = conc. acido ascorbico ($\mu\text{g/ml}$)

Y = % di inibizione

e quindi l'equazione di una retta. Per le misurazioni effettuate in questo studio si è adoperata la retta mostrata nella seguente figura:

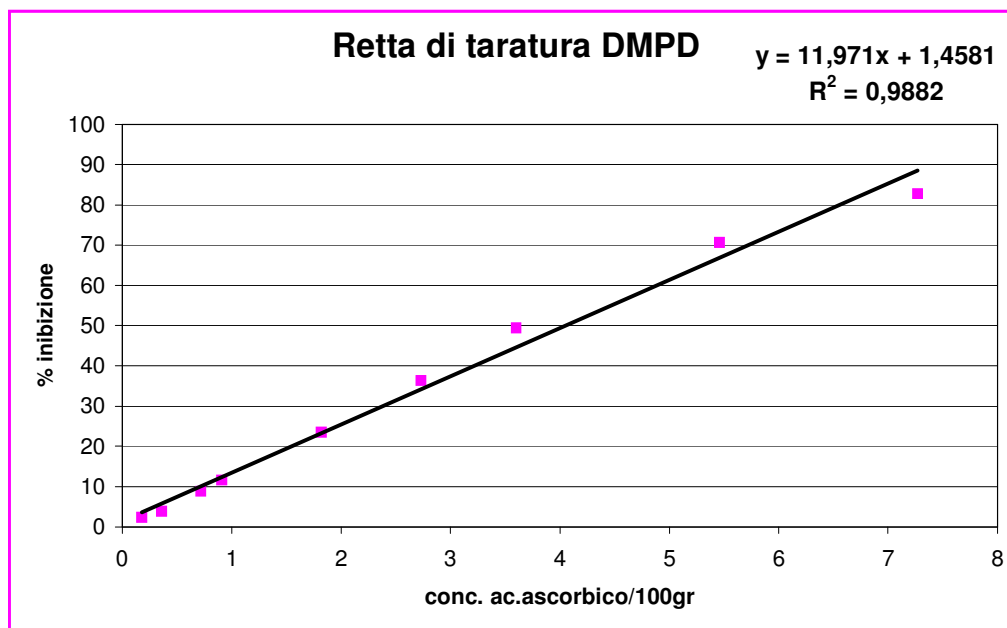


Figura 2: Retta di taratura DMPD

Calcolo dell'attività antiossidante idrofila

Sostituendo i valori di percentuale di inibizione ottenuti con i campioni contenenti l'estratto nella retta di taratura, si è ricavata l'attività antiossidante idrofila espressa come $\mu\text{g/ml}$ di acido ascorbico. Attraverso delle conversioni di unità di misura si è arrivati ad esprimerla in **mmol** equivalenti di acido ascorbico.

2.2.11 Determinazione dei polifenoli mediante metodo Folin

I polifenoli sono composti della chimica aromatica con terminali ossidrilici, simili agli alcoli più semplici, in grado di attrarre atomi di ossigeno e fare con essi una reazione di ossido-riduzione, in modo da ridurre la capacità ossidante di questo ossigeno libero, o potenzialmente libero, che danneggerebbe, cioè invecchierebbe, cellule e tessuti.

L'analisi è stata eseguita con lo spettrofotometro UV.

Principio

L'insieme dei composti fenolici viene ossidato dal reattivo di Folin Ciocalteu. Questo è costituito da una miscela di acido fosfotungstico ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) e acido fosfomolibdico ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$) che si riduce in una miscela di ossidi blu di tungsteno e molibdeno (W_8O_{23} e Mo_8O_{23}), grazie all'ossidazione dei fenoli. La colorazione blu prodotta ha un massimo assorbimento intorno a 760 nm.

Preparazione dei campioni

Aliquote di ciascun campione erano congelate e liofilizzate, 1 g di liofilizzato era estratto con 20 ml di soluzione di metanolo acquoso al 60%. Il preparato così ottenuto veniva agitato sul piano basculante per 15 minuti, l'estratto veniva opportunamente diluito e da esso si prelevavano 125 µl a cui si aggiungevano 0,5 ml di acqua bidistillata e 125 µl del reattivo Folin Ciocalteu. Dopo 6 minuti si aggiungevano 1,25 ml di Na₂CO₃ al 7,5%, si portava il tutto ad un volume di 3 ml con acqua bidistillata e si attendevano 90 minuti. L'estratto così ottenuto veniva analizzato allo spettrofotometro alla lunghezza d'onda di 760 nm.

Retta di taratura

La concentrazione di polifenoli viene espressa in **mg equivalenti di acido gallico per g di peso secco**. Tale equivalenza è resa possibile dalla conversione dei valori effettuata sulla base della retta di taratura. Sono state preparate una serie di soluzioni a concentrazione nota e variabile di acido gallico, che è stato utilizzato come polifenolo di riferimento. Partendo da una soluzione madre di acido gallico sono stati preparati campioni a concentrazione scalare di polifenolo. Di tali campioni è stata letta l'assorbanza analogamente a come è stato descritto nel paragrafo precedente. Si ottengono così dei valori esprimibili in termini di coordinate di una retta:

X = conc. acido gallico (mg/ml)

Y = assorbanza

e quindi l'equazione di una retta. Per le misurazioni effettuate in questo studio si è adoperata la retta mostrata nella seguente figura:

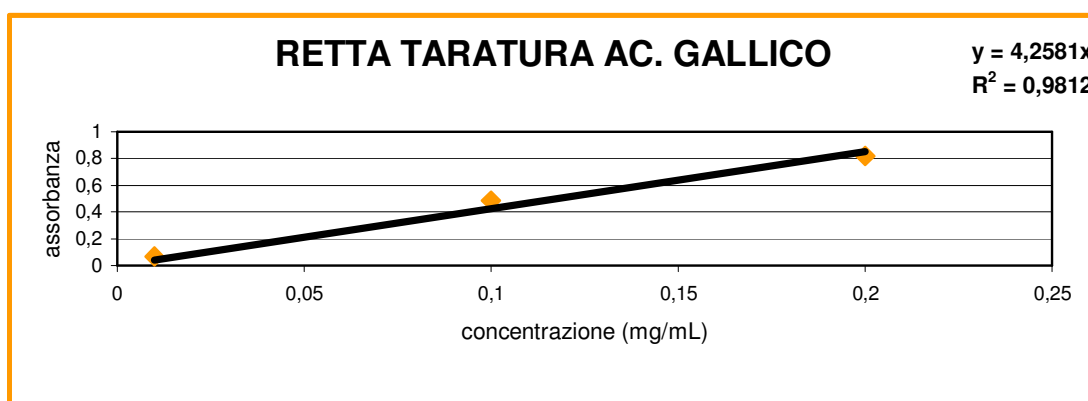


Figura 3: Retta di taratura Acido Gallico

Calcolo dei polifenoli totali

Sostituendo i valori di assorbanza ottenuti con i campioni contenenti l'estratto nella retta di taratura, si è ricavata la concentrazione di polifenoli espressa come **mg equivalenti di acido gallico per g di peso secco**.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

ANNO 2003

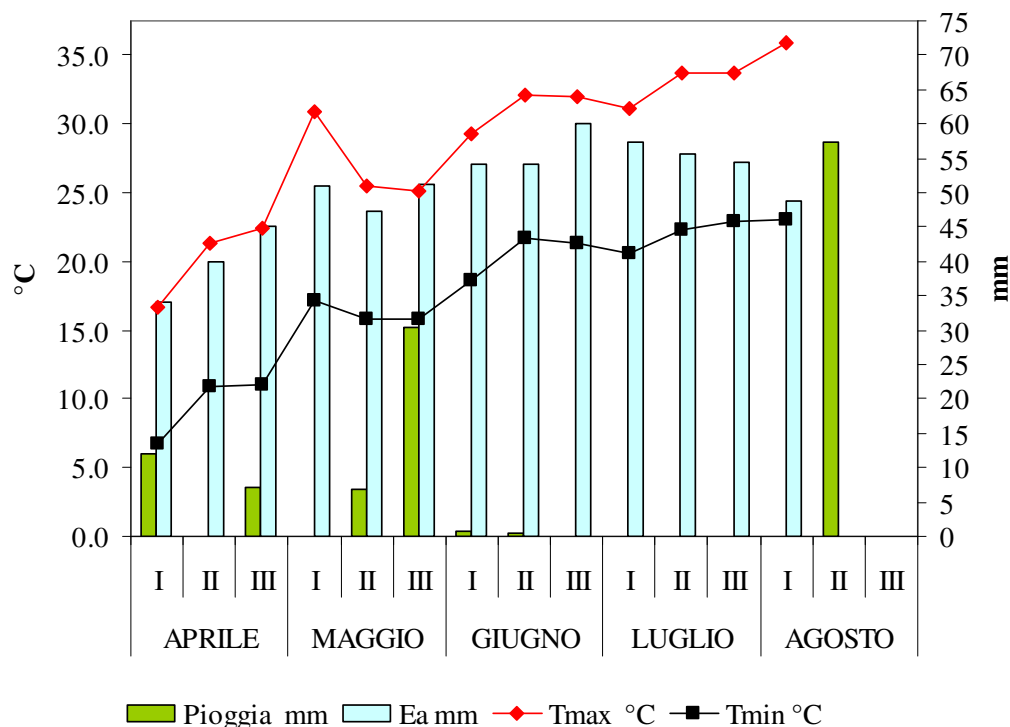


Figura 4: Andamento meteorologico

In figura 4 è riportato l'andamento meteorologico registrato durante il periodo di ricerca.

Il 2003 è stato tra i più caldi degli ultimi anni: infatti è stato caratterizzato da temperature sia minime che massime al di sopra della norma (anche di 3 – 5 °C), attestandosi le massime su valori superiori a 30 °C a partire dal mese di giugno, con punte di oltre 35 °C agli inizi di agosto.

Le precipitazioni tra l'impianto e la raccolta sono state di 57 mm, di cui la metà nella 3^a decade di maggio che hanno interferito con il regime irriguo previsto. Infatti dopo l'irrigazione di soccorso per l'emergenza della coltura di 250 m³/ha, l'inizio delle irrigazioni previsto dal protocollo sperimentale è stato ritardato differenziando i regimi irrigui solo a partire dalla fine di maggio.

Da questo periodo, fino alla raccolta l'evaporato medio giornaliero è stato di circa 6 mm/giorno, con punte di 7,5 nella seconda decade di giugno. L'evaporato medio è stato di circa il 15% inferiore della media pluriennale a

causa dell'andamento dell'Umidità Relativa dell'aria, in media più elevata di 4-5 punti percentuali, e della bassa velocità del vento nel periodo compreso tra metà giugno e metà luglio.

In conseguenza dell'andamento meteo tra giugno e luglio, le irrigazioni sono state 8, con un turno medio di 7 giorni ed un volume stagionale di irrigazione di 2260 m³/ha per la tesi 100% ETe e di 1130 m³/ha per la tesi 50% ETe.

Nel complesso, le tre tesi irrigue hanno ricevuto i seguenti volumi d'acqua:

	Pioggia (mm)	Pioggia media (mm)	Irrigazione Impianto (mm)	Irrigazione (mm)	Volume totale m ³ /ha (2+3+4)
	1	2	3	4	
0% ETe	57,3	45,0	25,0	0	700
50% ETe	57,3	45,0	25,0	113	1830
100% ETe	57,3	45,0	25,0	226	2960

Tabella 8: volumi irrigui anno 2003

3.1 Produzione

In tabella 9 è riportato il riassunto dell'analisi della varianza per i diversi parametri della produzione esaminati ed in tabella 10 sono riportate le medie degli effetti principali delle variabili allo studio.

	Resa comm.	Scarto	Ø>5,5 cm	3,5< Ø <5,5 c m	Ø<3,5 cm	Sostanza Secca	Peso specifico
Sistema (s)	*	*	*	ns	*	*	ns
Azoto (N)	**	ns	*	*	ns	ns	ns
s x N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Irrigazione (I)	**	**	**	**	**	**	**
s x I	*	**	ns	**	**	ns	ns
N x I	**	**	**	*	**	ns	ns
s x N x I	ns	*	ns	**	**	ns	ns
Cultivar (CV)	**	*	**	**	**	*	**
s x CV	ns	ns	**	**	ns	**	ns
CV x N	ns	*	ns	ns	ns	**	ns
CV x I	**	**	**	**	**	**	ns
s x CV x N	ns	*	*	ns	ns	ns	ns
s x CV x I	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV x N x I	ns	**	ns	ns	ns	**	ns
s x CV x N x I	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

Tabella 9: Riassunto dell'analisi di varianza sulla resa e su alcune caratteristiche dei tuberi (**=significativo a P=0.01 ; *=significativo a P=0.05; ns = non significativo)

	Resa comm. (t/ha)	Scarto (%)	Ø>5,5 cm (%)	3,5< Ø<-5,5 cm (%)	Ø<3,5 cm (%)	SS (%)	Ps (kg/dm ³)
Sistema							
bio	15.7*	21.0*	11.98*	68.60	19.42*	20.98*	1.072
conv	19.6*	18.8*	16.57*	68.83	14.60*	20.09*	1.066
Azoto kg/ha							
50	13.2*	19.5	9.00*	74.08*	16.92	20.41	1.066
150	20.6*	19.1	16.77*	65.56*	17.67	20.53	1.069
200	19.1*	21.1	17.05*	66.50*	16.44	20.67	1.072
Irrigazione (% ETe)							
0	5.7*	32.7*	3.28*	60.31*	36.41*	22.37*	1.077*
50	18.1*	16.8*	14.97*	75.78*	9.25*	19.45	1.063*
100	29.2*	10.1*	24.59*	70.05*	5.36*	19.79	1.067*
Cultivar							
Agria	15.2*	18.0*	8.69*	71.36*	19.95*	20.76*	1.066*
Merit	20.1*	21.8*	19.86*	66.07*	14.07*	20.32*	1.073*

Tabella 10: Effetti medi delle variabili sulla produzione e su alcune caratteristiche dei tuberi (* effetti significativi)

Dall'analisi della varianza sulla resa commerciale (t/ha), sono risultati significativi sia gli effetti dovuti al sistema di produzione che alle cultivar, come anche effetti altamente significativi sono da segnalare sia per il livello di azoto sia per il volume di irrigazione.

Il sistema di produzione biologico ha mostrato un calo medio di produzione commerciale del 20% rispetto al sistema convenzionale, con un aumento della percentuale di scarto come osservato in ricerche analoghe su pomodoro da mensa (Ciurli et al., 1998).

Dal punto di vista della "qualità" per uso industriale, con il sistema biologico si registra una diminuzione della frazione di tuberi di diametro maggiore di 5.5 cm, che con quelli di diametro tra 3.5 e 5.5 sono più idonei per l'industria delle patate fritte, mentre aumenta la frazione di dimensione inferiore (<3.5 cm), più idonea ad altre destinazioni (es. fiocchi, purea).

La produzione biologica si conferma caratterizzata da un maggiore peso specifico cui risulta associata anche una maggiore percentuale di sostanza secca dell'intero tubero.

Fra le due cultivar, la Merit è stata mediamente più produttiva del 32%, con una più favorevole distribuzione della produzione nella classe di calibro maggiore, anche se caratterizzata da una minore percentuale di sostanza secca.

La dose minima di azoto, sia sotto forma organica (sistema biologico) sia sotto forma minerale (sistema convenzionale), è stata insufficiente a sostenere livelli di produzione, mentre la dose massima non apporta alcun beneficio, per cui la dose ottimale dal punto di vista agronomico è di 150 kg/ha sia in biologico che in convenzionale, anche per l'aumento della percentuale di tuberi di classe maggiore.

L'irrigazione è risultata l'elemento fondamentale per assicurare alti livelli di produzione e migliore distribuzione nelle classi di calibro maggiore, ma con una diminuzione del peso specifico e della percentuale di sostanza secca.

Nella tabella 11, è riportata l'interazione Sistema di produzione x Irrigazione su alcuni caratteri della produzione

	ETe %	bio	conv	significatività
Resa comm. t/ha	0	4.9	6.4	ns
	50	16.7	19.6	*
	100	25.6	32.7	**
Scarto %	0	35.6	29.9	**
	50	18.3	15.4	*
	100	9.1	11.1	ns
% tuberi 3,5 < Ø < 5,5 cm	0	56.2	64.4	**
	50	76.9	74.6	ns
	100	72.6	67.5	**
% tuberi Ø < 3,5 cm	0	42.8	30.0	**
	50	9.9	8.6	ns
	100	5.6	5.2	ns

Tabella 11: Interazione Sistema di produzione x Irrigazione

La coltura condotta in sistema biologico non è riuscita ad esprimere il suo potenziale produttivo quando sottoposta a regimi irrigui crescenti: la resa è stata significativamente inferiore alla coltura allevata secondo il metodo convenzionale sia quando mediamente irrigata (ETe=50%) sia soprattutto quando pienamente irrigata (100% ETe).

In assenza di irrigazione la percentuale di tuberi di classe intermedia (3,5 < Ø < 5,5 cm) è significativamente inferiore nel sistema biologico, mentre è più alta con la restituzione del 100% dell'ETe. Differenze nella percentuale di tuberi di dimensione < 3.5 cm sono emerse solo a livello di testimone non irrigato.

Le differenze di produzione tra sistema biologico e convenzionale sono probabilmente dovute alla forma di azoto organico utilizzato per la concimazione: anche in presenza di regimi irrigui soddisfacenti i processi di mineralizzazione della sostanza organica, pur in condizioni di alte temperature, non portano ad una disponibilità di azoto temporalmente coincidente con le richieste della coltura, come invece avviene nel caso del sistema convenzionale (De Pascale, et al., 2001).

L'interazione Azoto x Irrigazione mostra che al massimo livello di somministrazione irrigua non vi sono differenze, in termini di produzione commerciale, tra i diversi livelli di N in assenza di irrigazione; all'aumentare del regime irriguo la dose di N50 si rivela insufficiente mentre quella di N200, realizzata con un apporto aggiuntivo in copertura, non modifica la risposta rispetto alla dose intermedia. Sembra pertanto che in termini di resa commerciabile la combinazione 100% ETe /N150 (all'impianto) riesca a soddisfare sia le esigenze idriche che azotate della coltura in entrambi i sistemi di produzione.

Anche gli altri parametri della produzione (% di scarto e ripartizione nelle diverse classi dimensionali) (figg. 6-9) confermano la validità della precedente combinazione Azoto ed Irrigazione.

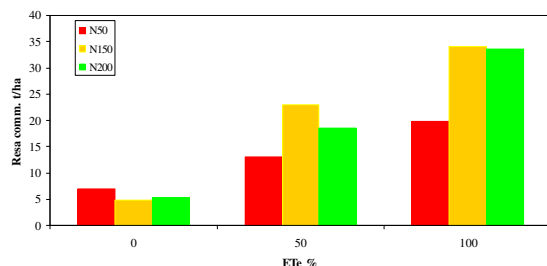


Figura 5: Interazione Azoto x Irrigazione sulla resa commerciabile

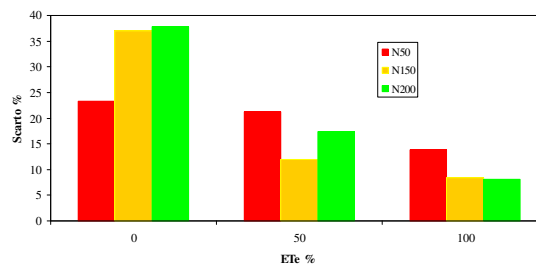


Figura 6: Interazione Azoto x Irrigazione sulla percentuale di scarto

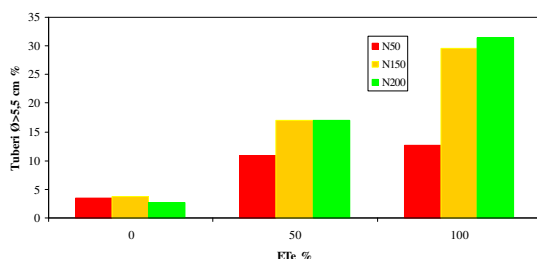


Figura 7: Interazione Azoto x Irrigazione sulla percentuale di tuberi $\varnothing > 5.5$ cm

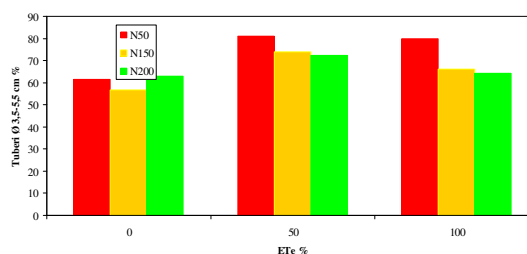


Figura 8: Interazione Azoto x Irrigazione sulla percentuale di tuberi $3.5 < \varnothing < 5.5$ cm

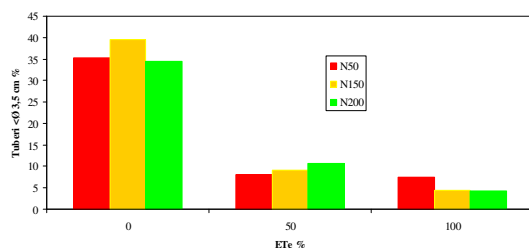


Figura 9: Interazione Azoto x Irrigazione sulla percentuale di tuberi $\varnothing < 3.5$ cm

La significatività dell'interazione Cultivar x Irrigazione sulla resa commerciabile (fig. 10) si giustifica se si considera che in assenza di irrigazione le due cultivar hanno espresso lo stesso livello produttivo mentre al crescere del regime irriguo la cv. Merit si è dimostrata più produttiva, in entrambi i sistemi di coltivazione. In assenza di irrigazione, oltretutto, la cv. Merit presenta la maggiore percentuale di scarto (fig. 11), mentre con il soddisfacimento del 100% dell'ETe la stessa cultivar presenta la maggiore percentuale di tuberi per l'industria delle patate fritte (> 5.5 cm) e la minore incidenza dei tuberi delle classi inferiori (fig. 12, 13, 14). L'irrigazione tuttavia deprime in modo più marcato il peso specifico della cv. Merit rispetto alla Agria (fig. 14) al crescere dei regimi irrigui.

Le differenze tra le due cultivar, sottoposte agli stessi regimi irrigui, potrebbero essere legate ad una intrinseca (varietale) migliore efficienza di utilizzazione dell'acqua.

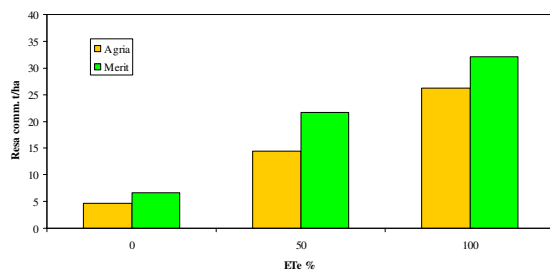


Figura 10: Interazione Cultivar x Irrigazione sulla resa commerciabile

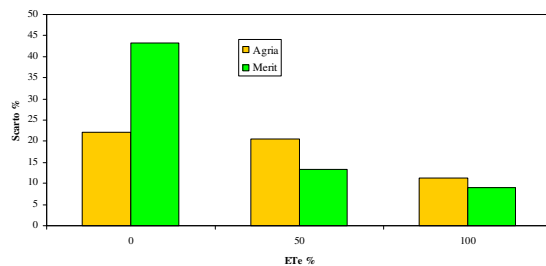


Figura 11: Interazione Cultivar x Irrigazione sulla percentuale di scarto

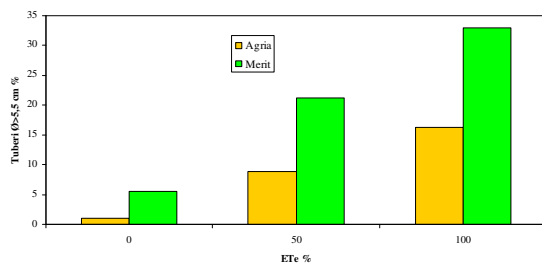


Figura 12: Interazione Cultivar x Irrigazione sulla percentuale di tuberi $\varnothing > 5.5$ cm

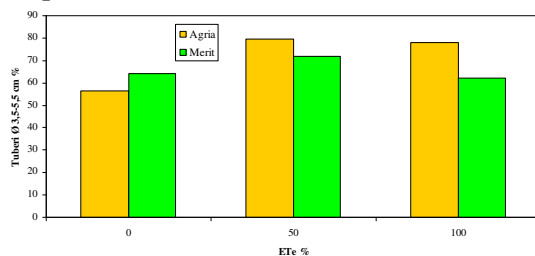


Figura 13: Interazione Cultivar x Irrigazione sulla percentuale di tuberi $3.5 < \varnothing < 5.5$ cm

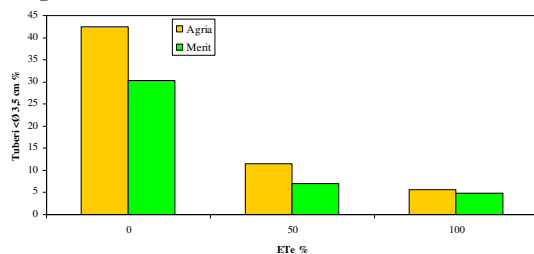


Figura 14: Interazione Cultivar x Irrigazione sulla percentuale di tuberi $\varnothing < 3.5$ cm

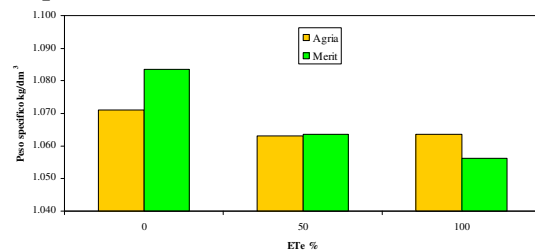


Figura 15: Interazione Cultivar x Irrigazione sul peso specifico dei tuberi

3.2 Qualità dei tuberi

Per avere una indicazione sulla qualità della materia prima delle due cultivar, sulla combinazione ottimale di Azoto ed Irrigazione nei due sistemi di produzione è stata effettuata una serie di analisi sul prodotto alla raccolta e dopo 10 settimane di conservazione.

Nelle figure 16-20 sono riportati i risultati medi della composizione del tubero alla raccolta e dopo 10 settimane di conservazione. Le linee orizzontali rappresentano i valori di riferimento riportati nelle tabelle dell'INRAN.

La percentuale di frazione edibile (fig. 16) del tubero si è attestata sull'80% e non si modificata durante la conservazione, mantenendosi su valori prossimi a quelli riportati dalle tabelle nutrizionali dell'Istituto per la nutrizione.

La percentuale di sostanza secca (fig. 17) della sola "pasta" o "polpa" del tubero, inferiore ai valori di riferimento, ha confermato le differenze a favore della cultivar Agria in convenzionale ed è aumentata nel corso della conservazione.

La percentuale di proteine (fig. 18) è stata maggiore in Agria da coltivazione biologica ed in Merit da coltivazione convenzionale ed è diminuita nel corso della conservazione, mantenendosi le differenze riscontrate alla raccolta.

La percentuale di amido (fig. 19) è risultata maggiore in Agria allevata in convenzionale ed ha mostrato una diminuzione nel corso della conservazione, soprattutto per la cv. Merit proveniente da entrambi i sistemi di produzione.

La percentuale di zuccheri riduttori (fig. 20), che alla raccolta era in linea con i valori delle tabelle nutrizionali e con valori leggermente più alti in biologico, è notevolmente aumentata dopo 10 settimane di conservazione, con valori più alti nel prodotto "convenzionale", raggiungendo anche punte del 2% in Merit, con probabili problemi per imbrunimento per alcune destinazioni industriali (es. fritti).

L'aumento della percentuale di zuccheri riduttori è legata alla conversione dell'amido in zuccheri semplici che normalmente si verifica quando la temperatura di conservazione è tra 2-4°C.

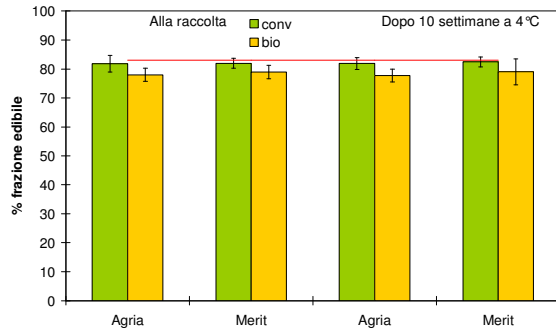


Figura 16 Frazione edibile (% del tubero)

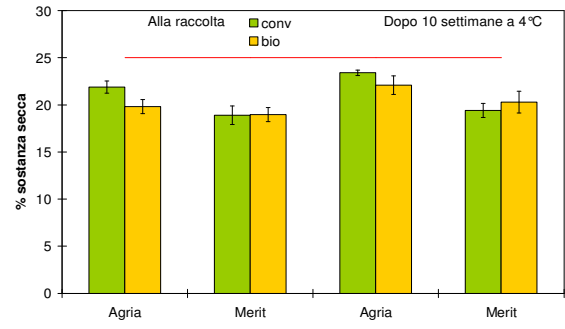


Figura 17 Percentuale di sostanza secca sulla frazione edibile

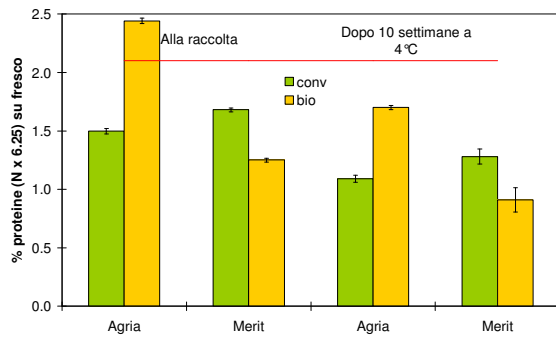


Figura 18 Percentuale di N proteico (sulla frazione edibile)

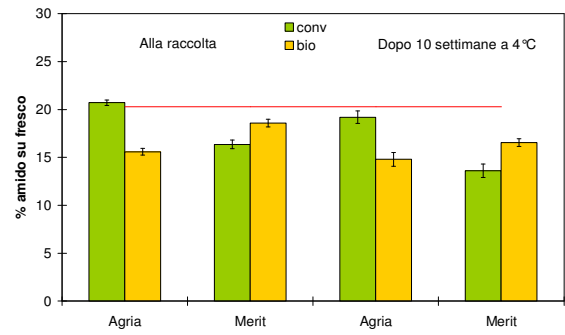


Figura 19 Percentuale di amido (sulla frazione edibile)

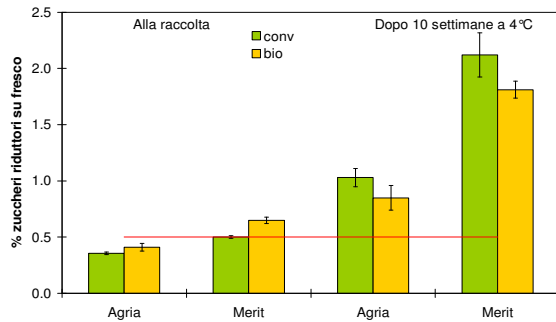


Figura 20 Percentuale di zuccheri riduttori (sulla frazione edibile)

In tabella 12 sono riportati i risultati dell'analisi della varianza per i diversi parametri della qualità del prodotto crudo e sottoposto a bollitura per 30' ed in tabella 13 sono riportate le medie degli effetti principali delle variabili allo studio.

	Crudo				Cotto						
	L*	a*	b*	Consi- stenza	L*	a*	b*	Consi- stenza	pH	°Brix	Incidenza buccia
Sistema (s)	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	*	*
Azoto (N)	*	ns	*	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
s x N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
Irrigazione (I)	**	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	*	*	**
s x I	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
N x I	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
s x N x I	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cultivar (CV)	*	ns	**	**	ns	*	**	**	*	**	ns
s x CV	ns	ns	*	**	*	*	*	ns	ns	ns	ns
CV x N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV x I	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
s x CV x N	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
s x CV x I	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV x N x I	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
s x CV x N x I	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Tabella 12. Riassunto dell'analisi (fig 2) della varianza di alcune caratteristiche dei tuberi crudi e dei tuberi sottoposti a bollitura per 30' (prodotto conservato per 10 settimane) (**=significativo a P=0.01; *=significativo a P=0.05; ns=non significativo)

Tabella 13: Effetti medi delle variabili su alcune caratteristiche dei tuberi crudi e dei tuberi sottoposti a bollitura per 30' (prodotto conservato per 10 settimane) (* effetti significativi)

	crudo				cotto						
	L*	a*	b*	Consi- stenza	L*	a*	b*	Consi- stenza	pH	°Brix	Incidenza Buccia %
Sistema											
bio	70.64	-6.81	35.88	8.18	55.79	-8.53	27.70	0.66	6.65	5.65	4.4
conv	71.01	-7.00	37.52	8.50	56.23	-8.61	29.47	0.76	6.66	4.15	6.0
Azoto kg/ha											
50	70.43	-6.86	36.10	7.85	55.70	-8.48	28.23	0.75	6.64	4.68	5.0
150	71.51	-7.05	36.76	8.78	55.69	-8.42	27.53	0.72	6.66	5.03	5.0
200	70.53	-6.81	37.25	8.39	56.64	-8.81	29.98	0.67	6.66	4.83	5.3
Irrigazione (%ETe)											
0	71.53	-6.85	36.10	7.70	56.48	-8.34	28.18	0.62	6.70	4.99	6.9
50	71.09	-7.02	37.45	8.63	56.08	-8.89	30.00	0.67	6.66	5.14	4.3
100	69.85	-6.86	36.56	8.69	55.47	-8.49	27.57	0.86	6.59	4.43	4.5
Cultivar											
Agria	71.25	-6.92	38.60	9.12	56.45	-8.76	30.37	0.81	6.70	4.39	5.3
Merit	70.40	-6.89	34.81	7.56	55.57	-8.39	26.79	0.61	6.60	5.34	5.1

Per quanto riguarda il colore del prodotto crudo, tra i tuberi provenienti dai due sistemi di produzione non sono emerse differenze nei parametri a^* e b^* , mentre i tuberi presentavano un valore di brillantezza L^* significativamente superiore se provenienti dalla coltivazione convenzionale. La bollitura ha determinato una perdita di brillantezza ma la Agria in convenzionale ha mantenuto un valore maggiore rispetto al biologico (fig. 21).

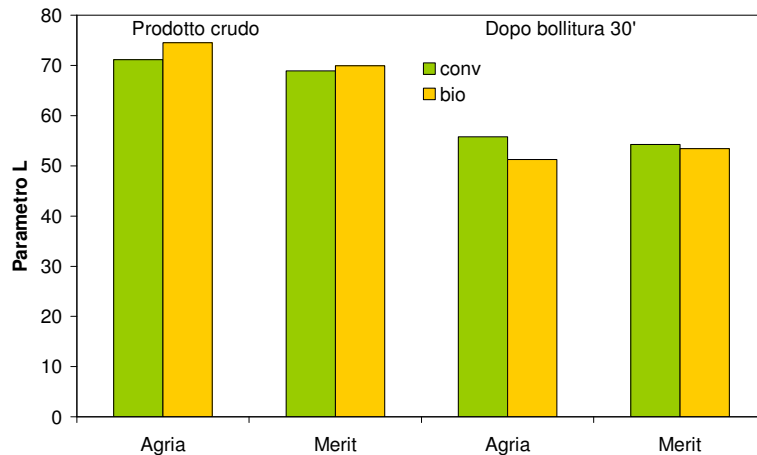


Figura 21: Variazioni del parametro L^* in funzione dei sistemi di produzione e delle cultivar in campioni crudi e bolliti per 30' minuti.

Il parametro a^* non mostra differenze per effetto delle variabili allo studio nei tuberi crudi mentre dopo bollitura la cv. Agria in convenzionale si distingue dalle altre tesi (fig. 22).

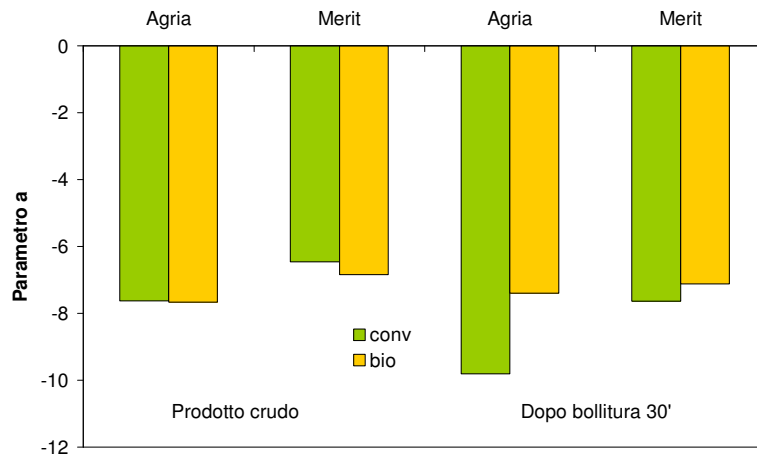


Fig. 22 Variazioni del parametro a^* in funzione dei sistemi di produzione e delle cultivar in campioni crudi e bolliti per 30' minuti.

Il parametro b^* ha mostrato una risposta diversa delle cultivar nelle due condizioni di allevamento: in convenzionale i tuberi della cv. Agria si presentavano con una colorazione “più gialla” prima della cottura. Dopo la cottura, al contrario, i tuberi della stessa cv. da coltivazione convenzionale hanno presentato un valore di tinta gialla più elevato (fig. 23). Va segnalata la diminuzione generalizzata di questo parametro in seguito alla bollitura.

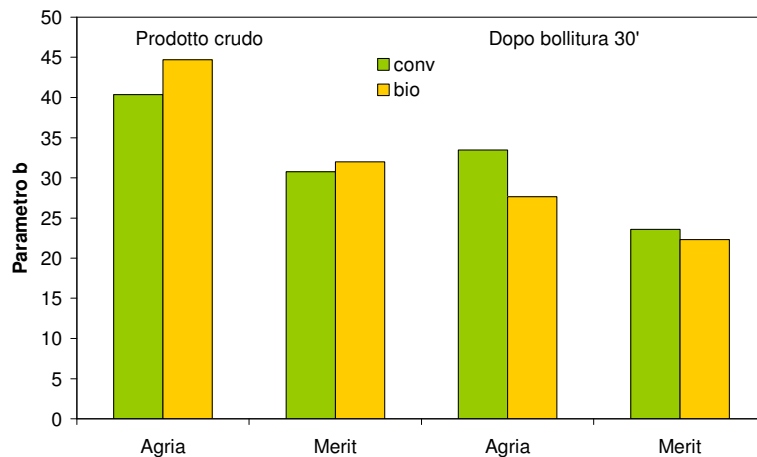


Fig. 23 Variazioni del parametro b^* in funzione dei sistemi di produzione e delle cultivar in campioni crudi e bolliti per 30' minuti.

La consistenza dei tuberi prima della cottura è stata significativamente maggiore nella cv. Merit in biologico: queste differenze tuttavia si perdono a seguito della bollitura (fig. 24).

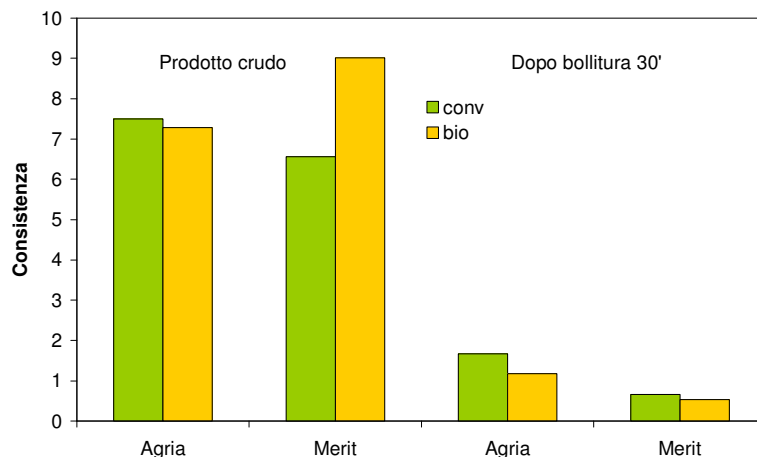


Fig. 24 Variazioni della consistenza in funzione dei sistemi di produzione e delle cultivar in campioni crudi e bolliti per 30' minuti.

L'effetto del sistema di produzione è stato evidente sull'incidenza della buccia, che è risultata più elevata nei tuberi provenienti dalla coltivazione

convenzionale (tab. 13): questo risultato ha trovato conferma nel secondo anno quando è stato misurato lo spessore della buccia anche esso maggiore in convenzionale. L'assenza di irrigazione determina un aumento del peso della buccia, probabilmente dovuto ad una maggiore suberificazione dei tessuti. Né l'azoto né le varietà sembrano modificare, in media, questo parametro.

ANNO 2004

In figura 25 è riportato l'andamento meteorologico del periodo aprile-agosto 2004. Questo secondo anno di sperimentazione è stato caratterizzato da anomali precipitazioni nella parte iniziale del ciclo della coltura, con oltre 300 mm tra la prima decade di aprile (coincidente con l'impianto) e la seconda decade di giugno (coincidente con la tuberificazione = inizio fioritura ed ingrossamento dei tuberi). Questo andamento pluviometrico ha inoltre interferito con l'irrigazione (solo poco più di 1000 m³/ha) in prima epoca. In seconda epoca è stato possibile gestire in modo più efficace l'irrigazione ma la sovrapposizione di 3-4 generazioni di *Spodoptera littoralis* (larve che attaccano sia la parte aerea che i tuberi) ha provocato una drastica riduzione sia della vegetazione che della produzione. Questi attacchi sono stati di pari entità sia nella coltivazione biologica che in quella convenzionale.

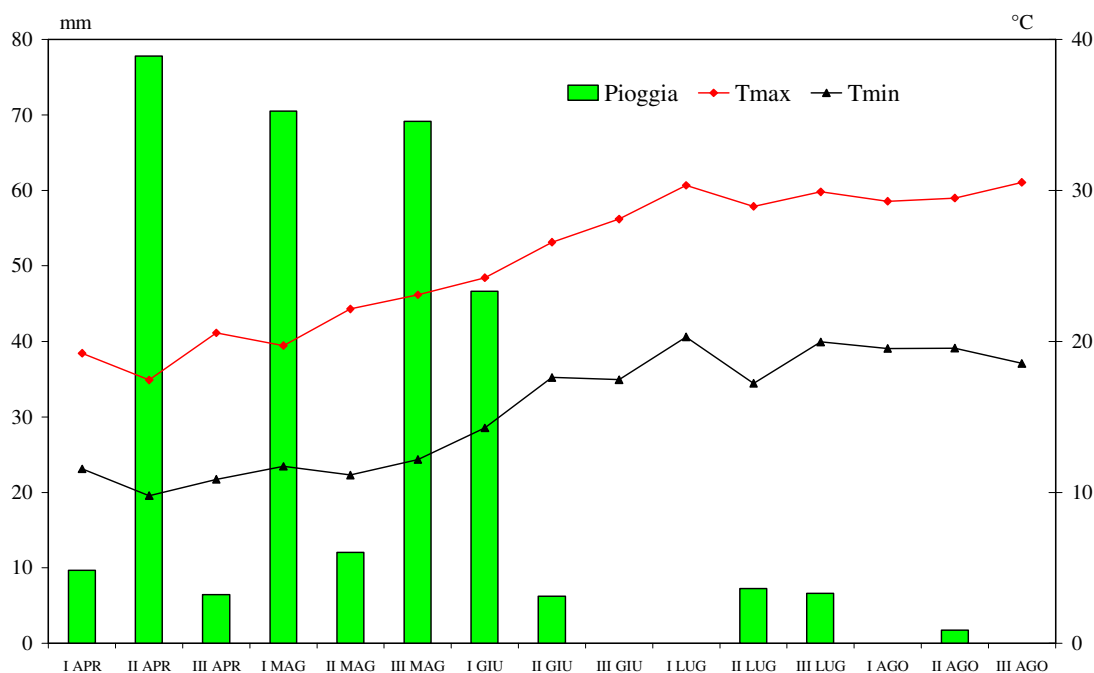


Figura 25: Andamento meteorologico 2004

In tabella 14 sono riportati i primi risultati sui tuberi. I dati vanno letti alla luce dell'anomalo andamento delle precipitazioni prima descritto e degli attacchi di insetti lepidettori che hanno interessato entrambe le varietà nei due sistemi di coltivazione. In particolare è risultata colpita la coltivazione effettuata in epoca più tardiva, il cui ciclo si è sovrapposto al ciclo degli insetti.

Tabella 14: Risultati produttivi e qualitativi dei tuberi di patata 2004							
	Commerciabili t/ha	Scarto %	>5 cm %	3-5 cm %	<3 cm %	Peso specifico kg/dm ³	Sostanza secca %
<i>Epoca di impianto</i>							
08/04/2004	17.0	39.1	22.3	36.8	41.0	1.052	22.07
19/05/2004	2.5	26.2	28.1	32.9	39.1	1.053	22.09
	**	**	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Sistema di produzione</i>							
Biologico	9.5	25.0	36.6	49.9	13.5	1.054	21.33
Convenzionale	10.0	40.3	19.5	15.8	64.7	1.052	22.85
	ns	**	**	**	**	ns	**
<i>Cultivar</i>							
V1 (Agria)	9.9	27.9	20.0	38.8	41.2	1.047	22.65
V2 (Merit)	8.8	41.1	32.6	29.6	37.8	1.059	21.52
	*	**	**	*	ns	**	**

Nella media delle due epoche di impianto, i due sistemi di coltivazione non si sono dimostrati differenti per la produzione commerciabile, mentre differenze più marcate si sono avute per la percentuale di tuberi di scarto (attaccati da insetti e marciti) più elevata nel sistema di produzione convenzionale, verosimilmente per una migliore efficacia dei prodotti utilizzati per la lotta in biologico (es. *Bacillus thuringiensis*).

Questo risultato ha inoltre condizionato la distribuzione dei tuberi nelle tre classi di calibro: la percentuale di tuberi di maggiore grandezza, di interesse per alcuni usi dell'industria (es. stick), è stata maggiore nel sistema biologico, che però si è caratterizzato da un contenuto di sostanza secca inferiore (valutato sulla prima e seconda epoca di impianto). Questo risultato, che è opposto al risultato dell'anno precedente, mostra che è difficile una generalizzazione come già riscontrato in letteratura per altre specie: non sempre allo stress che si ritiene essere sottoposta una coltura "biologica" corrisponde un miglioramento di caratteristiche qualitative. Ciò significa anche che non è possibile fare previsioni sulla semplice base del metodo di produzione.

Altro risultato opposto rispetto al primo anno è stata la risposta delle cultivar: anche se su livelli produttivi inferiori la cv. Agria in questa particolare annata si è rivelata più produttiva, caratterizzata però da una minore percentuale di tuberi grandi, con una maggiore percentuale di sostanza secca.

4.1 Qualità dei tuberi

Le analisi su alcuni parametri di qualità sono state condotte solo sulle produzioni della prima epoca.

In figura 26 è riportata l'interazione Metodo x Cultivar sul contenuto di nitrati nei tuberi freschi. Nella media, è possibile osservare un contenuto di nitrati più elevato (578 vs 418 mg/kg di peso fresco), per le patate coltivate in convenzionale rispetto a quelle coltivate con metodo biologico. Questo risultato conferma quanto riportato in letteratura da Worthington, in una rassegna del 2001, dove si riscontrano valori più bassi di nitrati in lattuga, spinaci, carote, patate e cavoli coltivati in biologico. Tuttavia la risposta è stata differente tra le due cultivar, con una evidenza della cv. Merit in convenzionale ad un accumulo di nitrati nella polpa rispetto al metodo biologico. Questo risultato sottolinea ancora una volta la presenza di un effetto varietale che in molte indagini sulla qualità non viene preso in considerazione, con affermazioni molto spesso *categoriche* della prevalenza dell'un metodo sull'altro per questo aspetto di qualità.

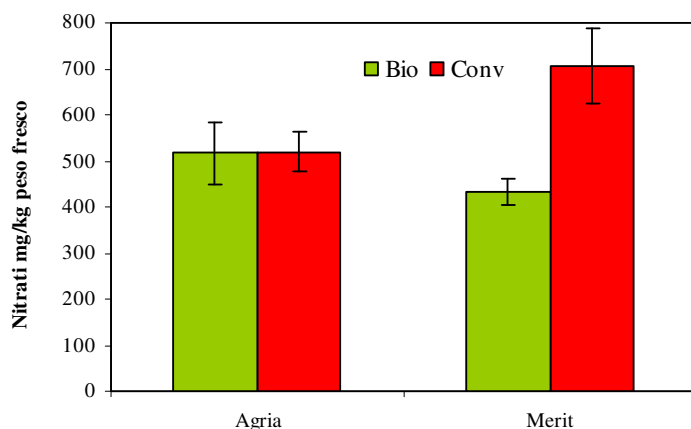


Figura 26 Contenuto di nitrati nei tuberi biologici e convenzionali

Nel figura 27 sono riportati i risultati sul contenuto di fosforo: è possibile osservare una differenza, anche se non statisticamente significativa, in termini di contenuto di fosforo nelle patate “biologiche” e “convenzionali”. Infatti, si nota che le prime presentano un valore medio di poco più alto rispetto alle seconde. Questo risultato conferma quanto riportato in letteratura in studi condotti su patate e carote dove è stato mostrato come il tipo di fertilizzante impiegato possa influenzare il contenuto di fosforo e magnesio, che risultano in maggiori quantità nei prodotti biologici (Peavy *et al.*, 1972; Lairon *et al.*, 1986; DeEll *et al.*, 1993).

La cv. Merit si caratterizza per un maggior contenuto sia in convenzionale che in biologico.

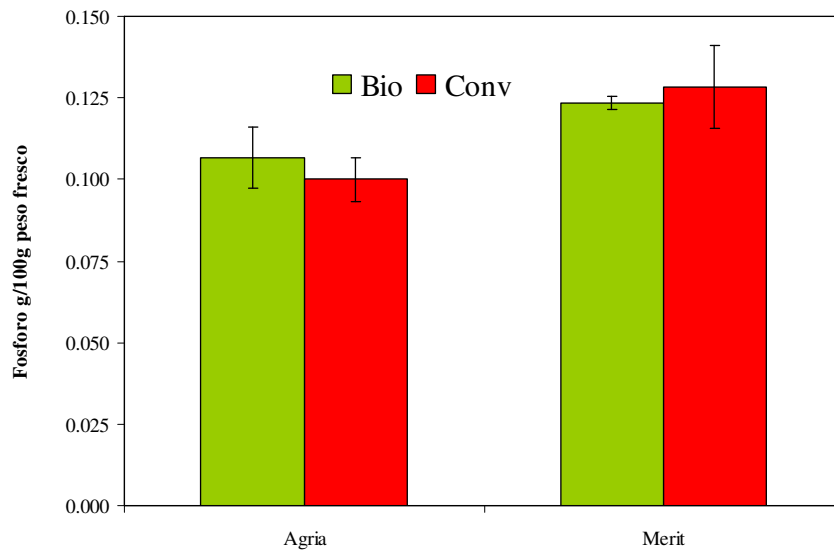


Figura 27 Contenuto di fosforo nei tuberi biologici e convenzionali

Per quanto riguarda il contenuto di potassio (fig. 28) si osserva che la cultivar Agria presenta, rispetto alla Merit, un valore medio più alto pari a 0,35 g su 100 g di peso fresco, mentre non è stato rilevato alcun effetto legato al metodo di produzione.

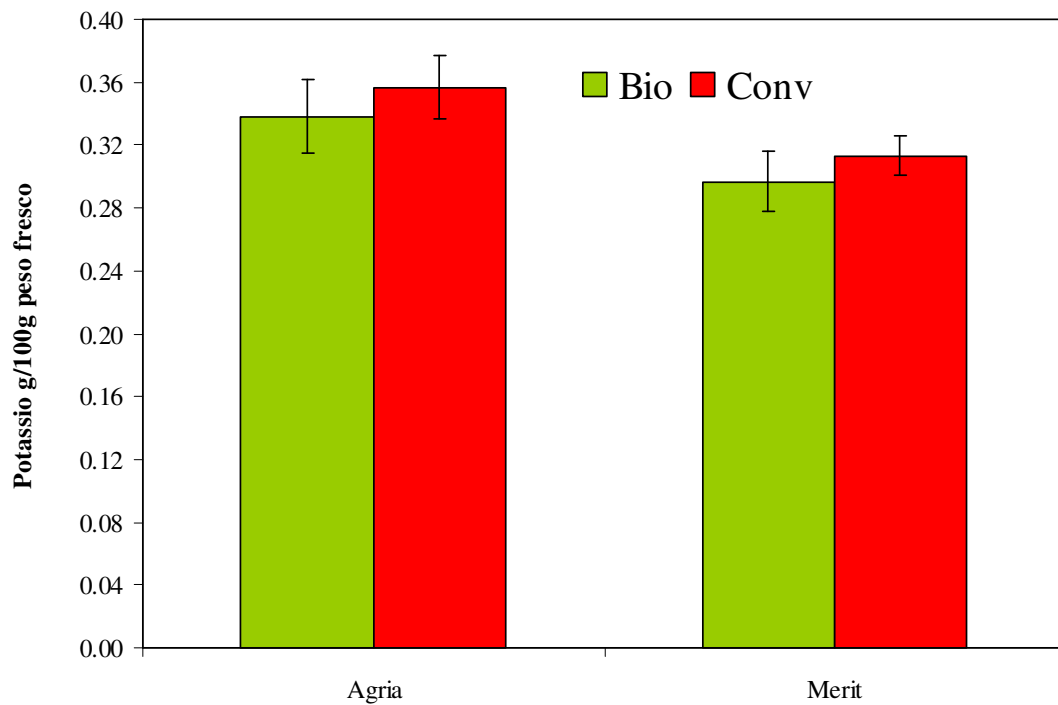


Figura 28 Contenuto di potassio nei tuberi biologici e convenzionali

La percentuale di N proteico, ottenuta come % di azoto Kjeldahl x 6.25, è stata maggiore in Merit da coltivazione convenzionale (fig. 29). E' da segnalare che pur in presenza di una diminuzione di questo parametro rispetto all'anno precedente, è possibile notare una tendenziale conferma del minor contenuto di azoto nei tuberi da produzione biologica, come anche osservato in grano da Quaglia et. al. (1999).

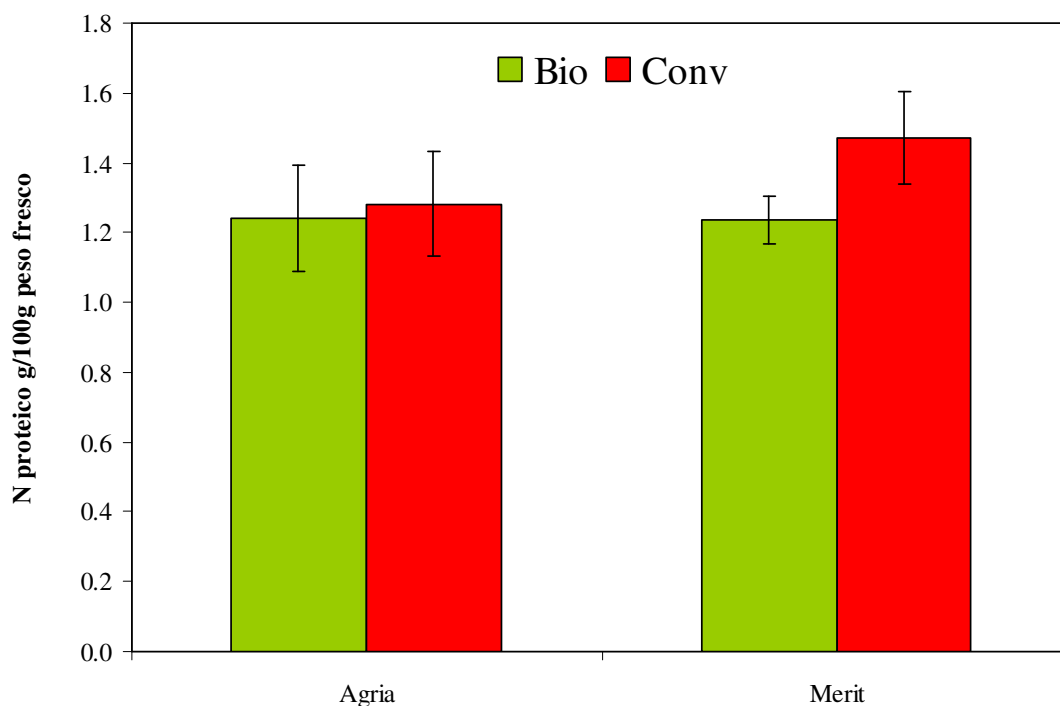


Figura 29 Percentuale di proteine (Nx6,25) sulla frazione edibile

Per quanto riguarda la percentuale di sostanza secca della sola “polpa” del tubero (fig. 30), i risultati relativi alla produzione della sola prima epoca di impianto sono piuttosto contrastanti, non essendo evidenziare differenze univoche né tra i sistemi né tra le cultivar.

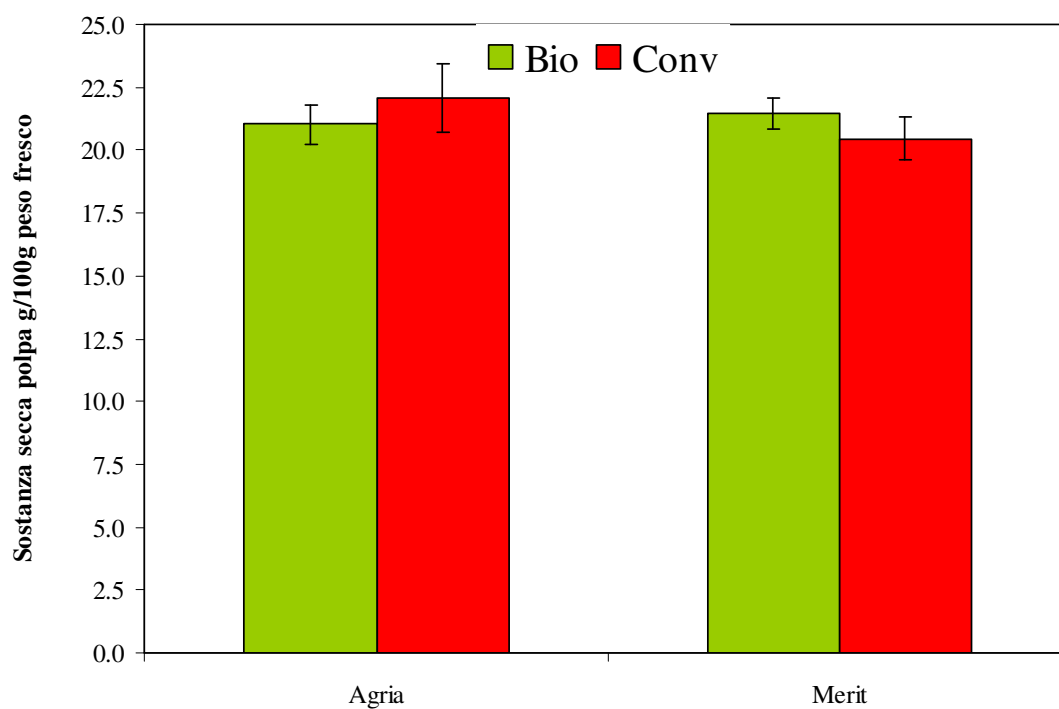


Figura 30: Percentuale di sostanza secca (sulla frazione edibile)

Come anticipato nei risultati del 2003, lo spessore della buccia (fig. 31) è risultato maggiore nei tuberi provenienti da coltura convenzionale mentre non appaiono differenze tra le cultivar.

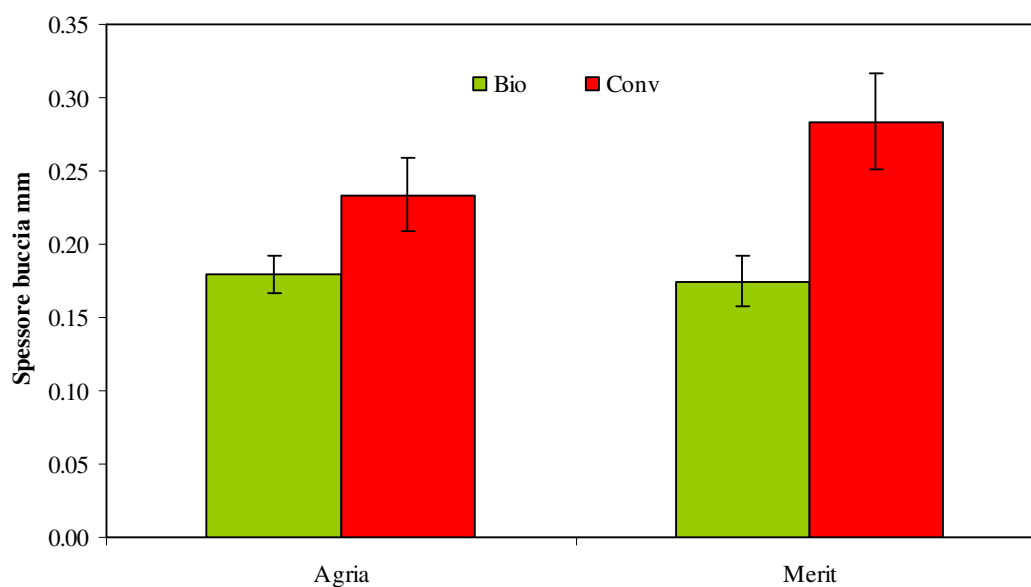


Figura 31 Spessore della buccia dei tuberi biologici e convenzionali

Per quanto riguarda il colore, anche in questo secondo anno non sono emerse differenze significative in termini di colore parametri a^* e b^* . inoltre i tuberi provenienti da agricoltura convenzionale mostrano valori di brillantezza L^* meno marcati rispetto al sistema biologico. La bollitura, come valutato nello anno precedente ha determinato una perdita di brillantezza generalizzata per entrambe le cultivar e sistema (fig.32 -33).

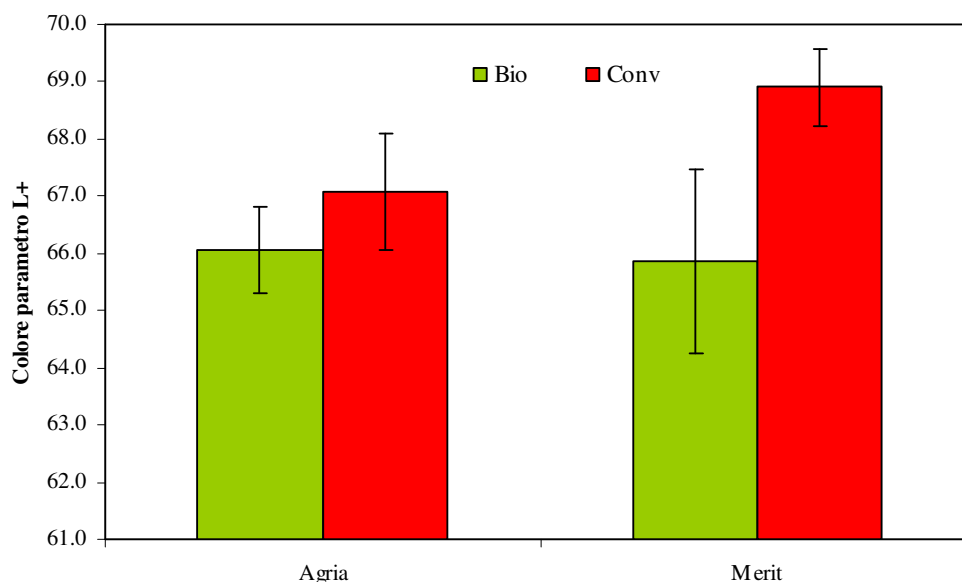


Figura 32 colore della polpa prima della cottura interazione cv. per sistema di conduzione

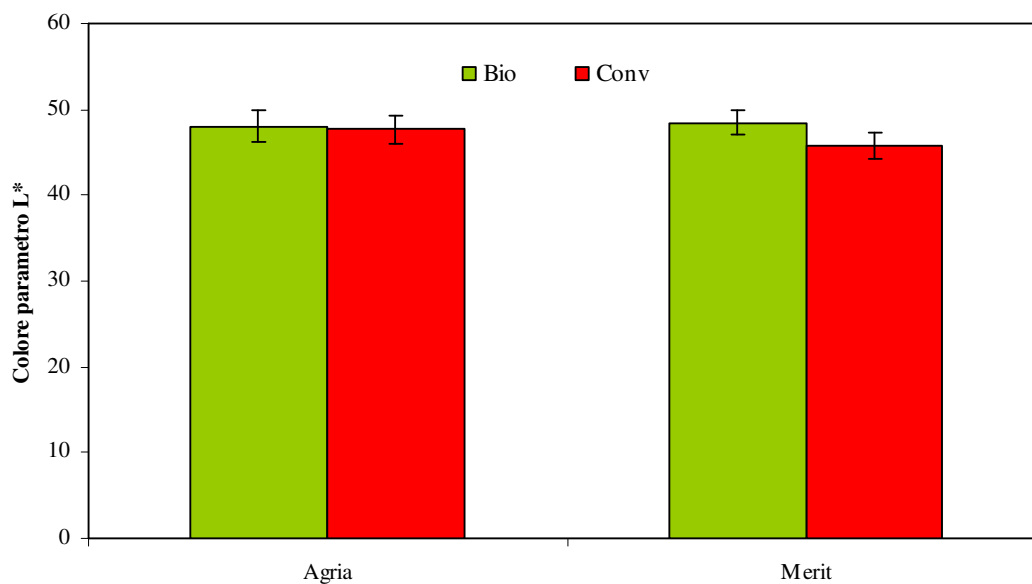


Figura 33 colore della polpa dopo la bollitura interazione cv. per sistema di conduzione

Per i parametri consistenza dei tuberi, pH, Ec, prima e dopo la bollitura non si sono registrate differenze significative, tranne che per la cultivar Merit che sembra confermare quanto visto nell'annata precedente (fig. 24).

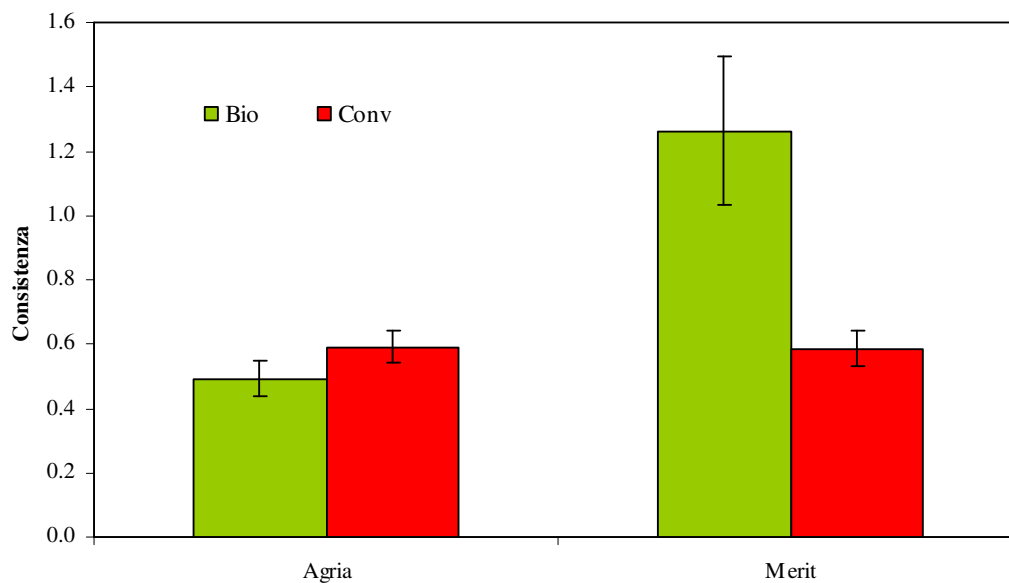


Figura 34 Consistenza dei tuberi sul crodo interazione cv. per sistema di conduzione

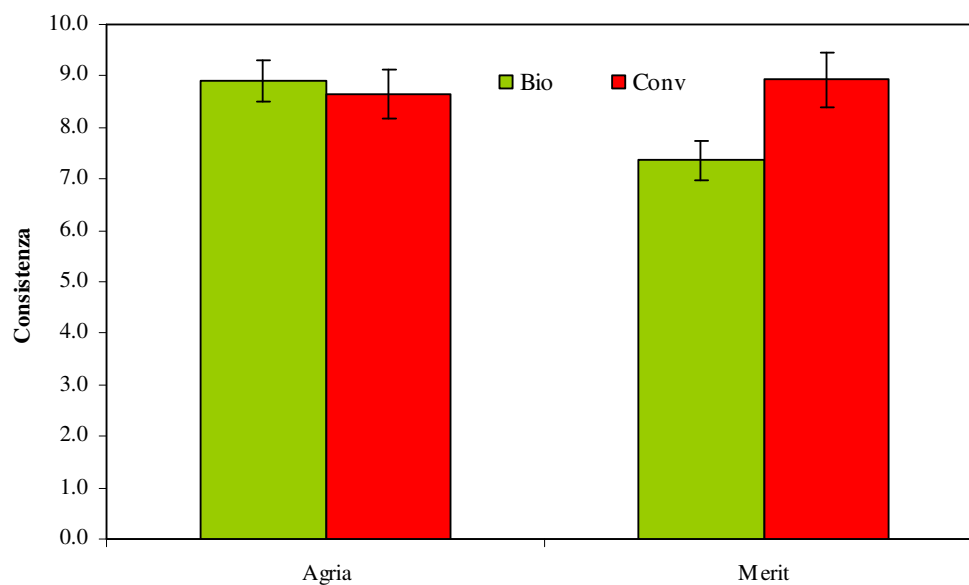


Figura 35 Consistenza dei tuberi dopo la cottura interazione cv. per sistema di conduzione

4.2 Composti antiossidanti

Nella tabella 15 sono riportati gli effetti medi delle variabili allo studio in riferimento all'attività antiossidante idrofila ed il contenuto di polifenoli. In media i tuberi provenienti dal sistema biologico hanno presentato valori dei polifenoli significativamente superiori rispetto al sistema convenzionale, per entrambe le cultivar. Ciò potrebbe essere dovuto ad un adattamento della pianta al tipo di allevamento adottato.

	crudo		cotto	
	AA-I	POLIFENOLI TOT.	AA-I	POLIFENOLI TOT.
Sistema				
bio	1,16	2,36*	1,00	3,07*
conv	1,10	1,93*	0,94	2,36*
CV				
V1	1,18	1,81	1,05	2,49
V2	1,08	2,48	0,88	2,95

Tabella 15: effetti medi delle variabili sulla attività anti ossidante idrofila (AA-I) e sui polifenoli (*differenza significativa)

Una possibile spiegazione è che la maggiore suscettibilità all'attacco da parte di parassiti sembrerebbe influenzare i meccanismi di difesa della pianta attraverso modificazioni delle pareti vegetali e aumentando i meccanismi endogeni nei quali sono coinvolti sistemi antiossidanti (*Visai, 1994*). L'altra ipotesi è che l'azoto dei fertilizzanti possa influenzare la produzione di vitamina C. Ossia se una pianta cresce in eccesso di azoto, aumenta la produzione di proteine e riduce la produzione di carboidrati (soprattutto nelle foglie verdi) e poiché la vitamina C viene sintetizzata a partire dai carboidrati, anche la sintesi di vitamina C è ridotta (*Brandt, 2001; Worthington, 2001*).

Dal confronto tra le due varietà nei due sistemi di coltivazione (fig. 36), emerge tuttavia una diversità di risposta: contrariamente alla cv. Agria, la cultivar Merit coltivata in biologico presenta valori più elevati rispetto a quelli ottenuti in convenzionale.

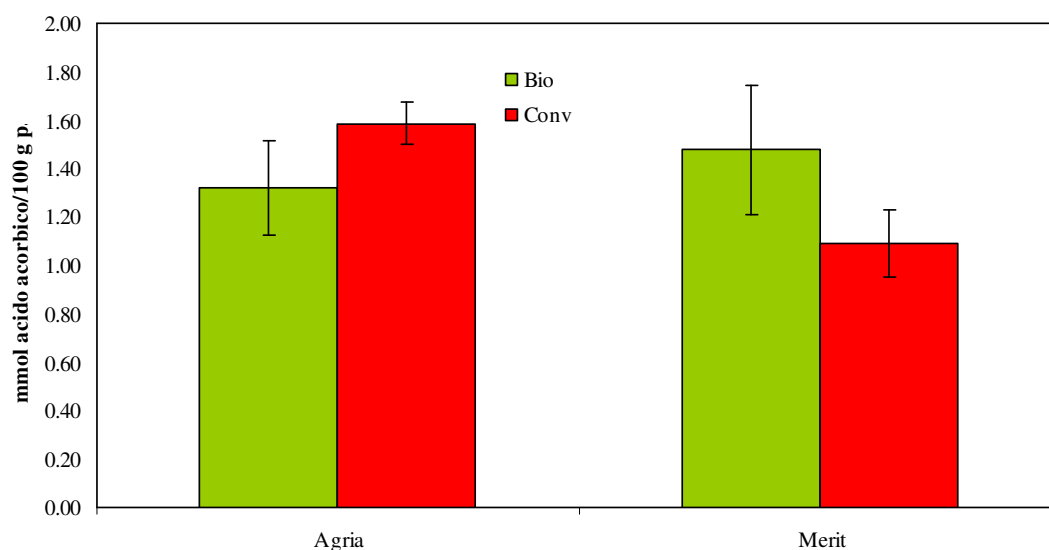


Figura 36 Attività antiox idrofila nei campioni di patata crudi

In seguito alla cottura si assiste ad una diminuzione dell'attività antiossidante idrofila con valori che oscillano da 1,41 mmol di acido ascorbico/100g di peso fresco ad un valore di 0,32 mmol di acido ascorbico/100g di peso fresco (figura 37), e si mantengono le differenze riscontrate sul fresco. Questo risultato potrebbe essere attribuito al fatto che con la cottura in acqua la patata non trattiene le sostanze più solubili (vitamine e sali minerali) che vanno, in parte, disperse.

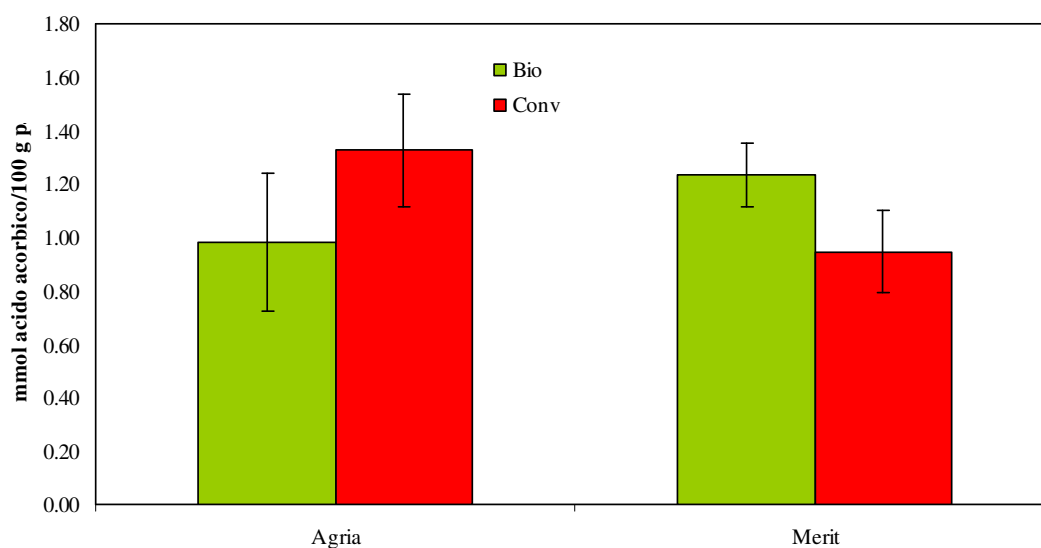


Figura 37 Attività antiox idrofila nei campioni di patata cotti

4.2.1 Polifenoli

Dal confronto tra il sistema di conduzione (“biologico” e “convenzionale”) si evidenzia un’elevata incidenza sul contenuto di polifenoli sia nel caso delle patate “crude” che “cotte” (figg. 38 e 39) nelle quali, in seguito a bollitura il contenuto di polifenoli aumenta. Nel caso della conduzione organica si raggiungono i valori maggiori, in accordo con Pither (1990): le patate “biologiche” sono più ricche di polifenoli rispetto alle patate “convenzionali”.

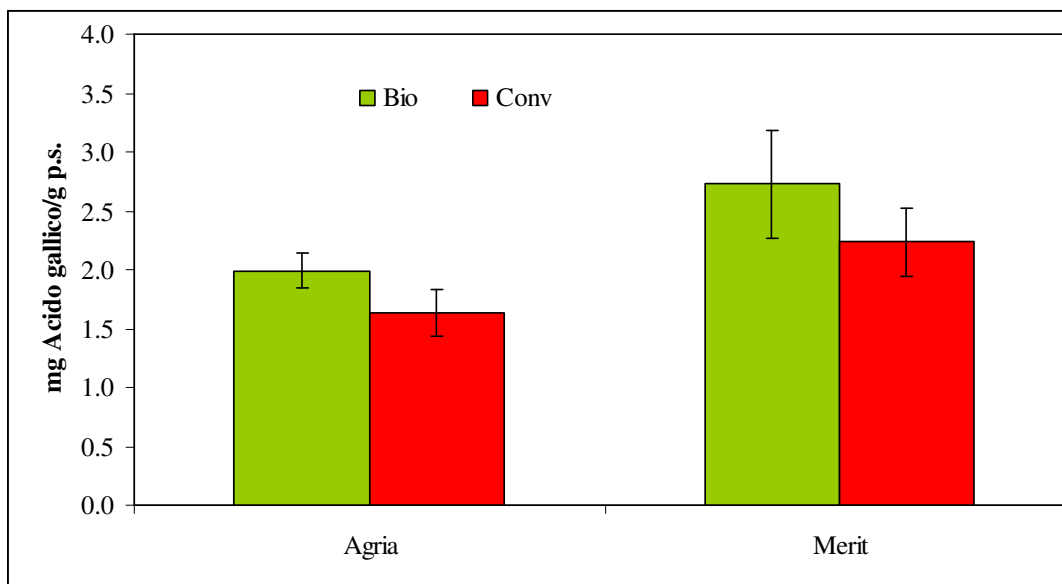


Figura 38 Contenuto di polifenoli nei campioni di patata biologici e convenzionali CRUDO

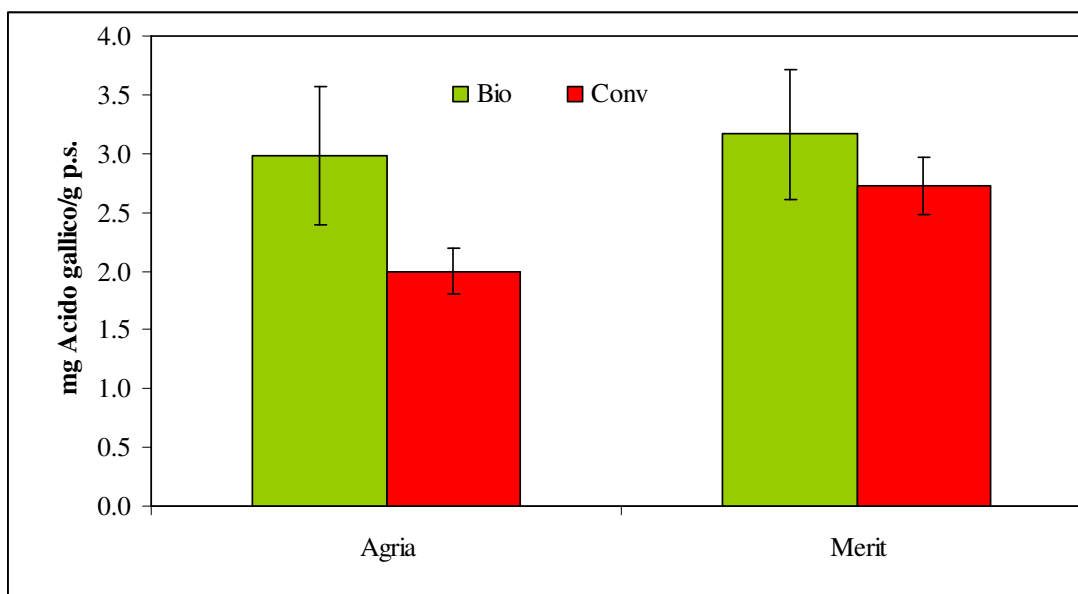
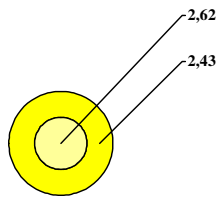


Figura 39 Contenuto di polifenoli nei campioni di patata biologici e convenzionali COTTO

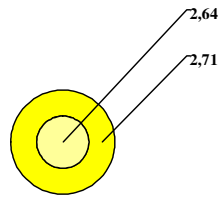
I risultati da noi ottenuti si presentano leggermente più bassi rispetto ai valori ritrovati in letteratura da Lisinska et al. (1989) in uno studio sui composti fenolici in tuberi di patata. Più precisamente, si ritrovano valori compresi tra 4,9 e 46,2 mg/100g di sostanza secca.

Su campioni di patate sia biologici che convenzionali, sono state effettuate analisi per valutare il contenuto di polifenoli sia sul prodotto crudo (senza buccia) che sul cotto (con buccia e senza buccia). Più precisamente, è stata analizzata il contenuto di polifenoli nello strato immediatamente sotto la buccia e in quello sottostante (fig. 40).

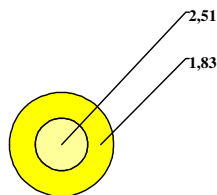
BIO (CRUDO SENZA BUCCIA)



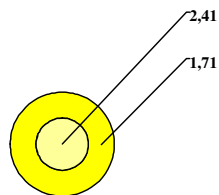
CONV (CRUDO SENZA BUCCIA)



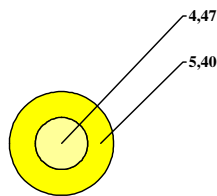
BIO (COTTO SENZA BUCCIA)



CONV (COTTO SENZA BUCCIA)



BIO (COTTO CON BUCCIA)



CONV (COTTO CON BUCCIA)

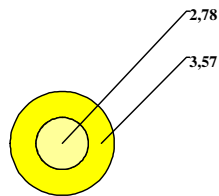


Figura 40 Contenuto di polifenoli nei vari strati e nella buccia di campioni di patata biologici e convenzionali

Dal confronto tra i due sistemi di conduzione (biologico/convenzionale) non si rilevano differenze significative in termini di contenuto di polifenoli tra il prodotto crudo e quello cotto senza la buccia.

Con la cottura della patata con la buccia, invece, si osserva un aumento dei polifenoli in particolare nello strato più a contatto con la buccia, mentre tende a diminuire in quello sottostante il primo strato. Quindi, sembrerebbe che non è lo spessore della buccia che determina il quantitativo maggiore di sostanze polifenoliche quanto lo strato immediatamente sotto la buccia).

4. CONCLUSIONI

I dati agronomici confermano l'importanza di una corretta concimazione azotata per entrambi i sistemi di coltivazione. L'irrigazione risulta essere fondamentale sia dal punto di vista produttivo che qualitativo. Inoltre è ribadita l'importanza della scelta varietale correlata al metodo di produzione e alla destinazione commerciale del prodotto.

La qualità dei tuberi sembra essere influenzata dal metodo di produzione. Ad esempio, l'incidenza della "buccia" sul peso del tubero sembra minore nei tuberi provenienti dalla coltivazione biologica e tende a diminuire quando l'irrigazione è a livello ottimale per soddisfare le esigenze idriche delle piante: questi andamenti sono comuni alle due cultivar.

La cottura tende ad attenuare le differenze di consistenza del prodotto che si manifestano in modo opposto nelle due varietà sottoposte ai due metodi di coltivazione; allo stesso modo gli effetti legati alla concimazione azotata si perdono dopo la bollitura dei tuberi.

Anche alcune caratteristiche esteriori legate al colore, come la brillantezza, non risultano, in modo evidente, differenti nei tuberi provenienti dai due sistemi di produzione e, quand'anche vi siano, tali differenze (per esempio per effetto dell'acqua somministrata) si perdono dopo la cottura.

I risultati sperimentali, ottenuti in questo lavoro, hanno evidenziato, dal punto di vista qualitativo, delle differenze significative dovute al sistema di conduzione (biologico/convenzionale). Infatti, le patate provenienti dal sistema biologico hanno mostrato una consistenza ed una viscosità più alte rispetto alle patate coltivate in maniera convenzionale. Dal punto di vista chimico è stato possibile rilevare che le patate "convenzionali" hanno, rispetto a quelle "biologiche", un contenuto di nitrati più alto dovuto, probabilmente, alla maggiore disponibilità di azoto prontamente assimilabile da parte delle piante, ciò per la diversa tipologia di concimi impiegati (chimici/organici).

Il sistema di coltivazione biologico sembra incrementare l'attività antiossidante idrofila: questo risultato concorda con quanto riportato in lavori simili su prodotto ottenuto in maniera biologica (Pither et al., 1990). Più in particolare, dal confronto tra patate "crude" e "cotte", è stato possibile osservare una diminuzione del potere antiossidante in seguito alla cottura: questo perché la patata, cotta in acqua con la buccia, non riesce a trattenere le sostanze più solubili (vitamine e sali minerali) che pertanto vanno, in parte, perse nell'acqua di bollitura (*Desobry et al., 1998*).

Anche in merito al contenuto in polifenoli, le patate ottenute tramite coltivazione biologica hanno mostrato valori più elevati. Inversamente a quanto osservato per l'attività antiossidante idrofila, il contenuto di polifenoli aumenta dopo la cottura (con la buccia) sia nelle patate coltivate in biologico che in maniera convenzionale. Questo risultato potrebbe essere spiegato con il

fatto che, alcuni acidi fenolici sono presenti nello strato esterno della patata, cioè la buccia (*Sharma e Le Maguer, 1996*). Durante la cottura in acqua, dette sostanze fenoliche sembrerebbero essere rilasciate dalla buccia alla polpa del tubero.

In merito al confronto tra le due cultivar, Agria e Merit, è stata riscontrata una percentuale di sostanza secca più elevata per la cv Merit, cui è corrisposto però un calo di consistenza a .

La cv Merit si è anche distinta per più alti valori dell'attività antiossidante idrofila ed un maggiore contenuto di polifenoli semplici. Questo risultato potrebbe essere messo in relazione con il tipo di buccia che, nel caso della cultivar Merit è più spessa.

La dose di azoto somministrata, invece, ha mostrato i suoi effetti solo su alcune delle caratteristiche qualitative prese in esame come la brillantezza, la consistenza e la conducibilità elettrica, aumentate al crescere della dose applicata.

8. BIBLIOGRAFIA

Aldini A., Tellarini S., Nori L., Ancona F., 1996. Atti convegno “*L’ortofrutta Biologica Mediterranea*”. Org. Osservatorio Agroambientale. Cesena, Maggio 1996.

Anderson, K.A., Magnuson, B.A., Tschirgi, M.L., Smith, B.E., 1999. Determining the geographic origin of potatoes with trace metal analysis using statistical and neural network classifiers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **47**, 1568-1575.

Archer M., 1982. Hazards of nitrate, nitrite and n-nitroso compounds in human nutrition. In: J.N. Hatchcock (Ed) “*Nutritional Toxicology*” Accademic Press, New York, Ny, Vol.1, 327-381.

Bachem, C.W.B., Speckman, G.J., Van der Linde, P.C.G., Verheggen, F.T.M., Hunt, M.D., Steffens, J.C., Zabeou, M., 1994. *J. Bio Technol.*, 1101-1105.

Bengtsson J., Ahenstrom J., Weibull A.C., 2005. *The effect of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis*. *J. Appl. Ecol.* 42(2): 261-269.

Bonifaccia G., Caproni E., Olimpieri G., 1994. Agricoltura biologica e tradizionale: possibile influenza della concimazione con azoto e fosforo su alcuni costituenti e sulle proprietà tecnologiche del frumento. *La rivista di Scienza dell’Alimentazione*. **4**, 461-465.

Burton, W.J. van Es, Hartmans, 1992. *The physics and physiology of storage*. In P.M. Harris (Ed.), *The potato crop*. London: Chapman and Hall.

Busch, J.M., 1999. Enzymic browning in potatoes: a simple assay for a polyphenol oxidase catalysed reaction. *Biochemical Education*. **27**, 171-173.

Carpenter – Boggs L., Kennedy A.C., Reganald J.P, 2000. *Organic and biodynamic management: effects on soil biology*. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64(5): 1651-1659.

Casañas, R., Suárez, P., Rodriguez, E., Darias, J., Diaz, C., 2003. *Mineral concentration in cultivars of potatoes*. *Food chemistry*, 83: 247-253.

Ciurli A., et al 1998. *Pomodoro da mensa in agricoltura biologica*. Agricoltura e ricerca ,175: 121-126.

Clydesdale, F.M., 1978. *Colorimetry – Methodology and Application*. CRC Critical reviews in Food Science and Nutrition, 10: 243.

Crozier A., Lean M.E.J., Mc Donald M.S., Black C. (1997). Quantitative Analysis of the Flavonoid Content of Commercial Tomatoes, Onions, Lettuce and Celery. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **45**, 590-595.

DeEll Jr and Prange Rk., 1993. Postharvest Physiological Disorders , Diseases and Mineral Concentrations of Organical and Conventional Grown McIntosh and Cortland Apples. *Can. J. Plant Sci.* **73**, 223-230.

DePascale S., Tamburrino R., Barbieri G., 2001. Effetti crescenti di dosi di azoto da concimazione organica su produzione quali quantitativa di lattuga. *Culture protette*, 9, 49-50.

Desorby S.A., Netto F.M., Labuza T.P. (1998). Preservation of B-carotene from carrots. (1998). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **35**(5), 381-396

Drinkwater L.E., Wagoner P., Sarantonio M., 1998. *Legume based cropping system have reduced carbon and nitrogen losses*. *Nature*396(19): 262-264.

Elmaz O., Cerit H., Ozcelic M., Ulas S., 2004. *Impact of organic agriculture on environment*. *Fresenius Environ. Bull.*(11a):1072 – 1078.

Erefej, K.I., 1998. Mineral content of whole tubers and selected tissues of ten potato cultivars growth in Jordan. *Journal of Science and Technology*. **35**, 55-58.

Fischer, A. and Richter, Ch. 1986. Influence of organic and mineral fertilizers on yield and quality of potatoes. *Proceedings of the 5th IFOAM Int. Scientific Conference*. 1984. H. Vogtmann, ed. pp 236-248.

Gutteridge J.M.C., Halliwell B. (2000). Free radicals and antioxidants in the year 2000- A historical look to the future. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* **809**, 136-147.

Hiroyuki Sakakibara, Yoshinori Honda, Satoshi Nakagawa, Hitoshi Ashida, Kazuki Kanazawa (2003). Simultaneous Determination of All Polyphenols in

vegetables, Fruit and Teas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **51**, 571-581

Hodges Rd. and Scofield Am. , 1983. Effect of agricultural practices on the health of plants and animals produced: a review. In W. Lockeretz (Ed) "*Environmentally Sound Agriculture*". Praeger, New York , Ny 3-33.

Hollman P.C.H. and Katan M.B. (1999). Dietary Flavonoids: Intake, Health Effects and Bioavailability. *Food and Chemical Toxicology*. **37**, 937-581.

Huxsoll, C.C.; Smith, T., 1975. Peeling potatoes for processing. In *Potatoes Processing*, ed. W.F. Talbert & O. Smith. AVI Publishing Co., Westport, CN, 275-304.

INRAN - Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione, 1997. Tabelle di composizione degli alimenti.

Kabata - Pendias, A. and Pendias, H., 1993. *Biogeochemistry of Trace Elements*. PWN, Warsaw, pp. 364.

Kabata - Pendias, A., Motowicka - Terelak, T., Piotrowska, M., Terelak, H. and Witek, T., 1993. *Assessment of soil and plant pollution with heavy metals and sulphur*. IUNG, Pulawy, pp. 20.

Knorr D., 1982. Natural and organic foods: definition quality and problems. *Cereal Foods World*. **27(4)**, 163-168.

Krummel, R.D., 2001. *Nutrición en la hipertensión*. In L.K. Mahan, & S. Escott – Stump (Eds.), *La patata*. Madrid: Mundiprensa.

Kumar, Vinod, W.S. Ahlawat, and R.S. Antil. 1985. Interactions nitrogen and zinc in pearl millet: Effect of nitrogen and zinc levels on dry matter yield and concentration and uptake of nitrogen and zinc in pearl millet. *Soil Science*. **139**, 351-356.

Lairon D, Termine E, Gautier S, Trouilloud M, Lafont H, Hauton J-C. 1986. Effects of organic and mineral fertilizations on the contents of vegetables in minerals, vitamin C and nitrates. *Proceedings of the Fifth IFOAM Conference*, Germany.

Lockeretz W., Shearer G., Khol D., 1981. *Organic farming in the corn belt*. Science 211(6): 540-547.

McLaughlin, M.J., Palmer, L.T., Tiller, K.J., Beech, T.A. and Smart, M.K., 1994. Increased soil salinity causes elevated cadmium concentrations in field - grown potato tubers. *J. Environ. Qual.*, **23**, 1013-1018.

Pacini C., Wossinc A., Giesen G., Bazzana C., Huirne R., 2003. Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field – scale analysis. *Ag. Ecosist. Environ.* 95(1):273-288.

Peavy Ws., And Greig Jk., 1972. Organic and fertilizers compared by yield quality and composition of spinach. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **96**, 718.

Pimpini F., Gianquinto G., Sambo P., 2005. L'orticoltura biologica: evoluzione, principi ispiratori e qualità dei prodotti. *Italus Hortus* 12(4), 31-44

Piotrowska, M., Kabata - Pendias, A. 1997. *Impact of soils amended with Zn and Pb smelter dust on Cd concentration in potatoes*. *Journal of Geochemical Exploration*, 58, 319-322.

Pither R., Hall M. N. 1990. *Campden Technical Memorandum* No. 597. Analytical survey of nutritional composition of organically grown fruit and vegetables. *Campden Food and Drink Research Association*.

Quaglia G., 1999. Determinanti di qualità dell'Agricoltura Biologica. *Agricoltura Ricerca*. **183**, 49-52.

Reid, R.J., Dunbar, K.R. and McLaughlin, M.J., 2003. Cadmium loading into potato tubers: the roles of the periderm, xylem and phloem. *Plant, Cell and Environment*. **26**, 201-206.

Rouet - Mayer, M.A., Ralambosoa, J., Phipippon, J., 1990. *Phytochemistry*, 29-2.

Schertz, H., Senser, F., 2000. *Souci - Fachman – Kraut – food composition and nutritional tables*. Stuttgart: Madpharm Scientific Publishers.

Sharma S.K., Le Maguer M. (1996). Lycopene in tomatoes and tomato pulp fractions. *Ital. J. Food Sci.* **2**, 107-113

Singh, K.K. and Shukla, B.D., 1994. *Abrasive peeling of potatoes*. Central Institute of Agricultural Engineering. Nabibagh, India.

- Smith B. L. 1993. Organic Foods Vs Supermarket Foods : Elements Levels. *J. Appl. Nutr.* **45**(1), 35-39.
- Smith, R.S., 1994. Effect of soils pH on availability to crops of metals in sewage - treated soils. Cadmium uptake by crops and implications for human dietary intake. *Environmental Pollution*. **86**, 5-13.
- Szteke, B. and Jedrzejczak, R., 1990. Assessment of cadmium and lead pollution of foodstuffs in Poland. *Polish Acad. Sci. MAB*. **2**, 77-95.
- Van Elsen T., 2000. *Species diversity as a task for organic agriculture in Europe*. Agric. Ecosyst. Environ. 77(1-2): 111-109
- Van Marle, J.T., Van Dijk, C., Voragen, A.G.J., Biekman, E.S.A., 1994. Comparison of the cooking behaviour of the cultivars Nicola and Irene with respect to pectin breakdown and the transfer ions. *Potato research*. **37**, 183-185.
- Visai C., Vanoli M., Zini M., Budini R., 1994. *Agrobiotecnologie nei processi di valorizzazione dei prodotti e sottoprodotti agricoli*. Atti Convegno RAISA , Spineto di Sarteano , Novembre 1994.
- Walker, J.R.L., 1995. Enzymatic Browning and its prevention, *ACS Symposium Series*, vol. 600, Washington.
- Whitaker, J.R., 1996. In: O. Fennema (Ed), *Food Chemistry*, 3rd ed. Marcel Dekker, New York, 431-530.
- Whitaker, J.R., Lee, C.Y., 1995. Enzymatic Browning and its Prevention, *ACS Symposium series*, vol. 600, Washington, 3-7.
- Xie B., Wang X.R., Ding Z.H., Yang Y.P., 2003. critical impact assestment of organic agriculture. *J. Agric. Envir. Ethics* 16(3):297-311.
- Zawitowski, J., Biliaderis, C.G., Eskin, N.A.M., 1991. In D.S. Robinson, N.A.M: Eskin (editors), *Oxidative Enzymes in Food*, Elsevier Science, New York.